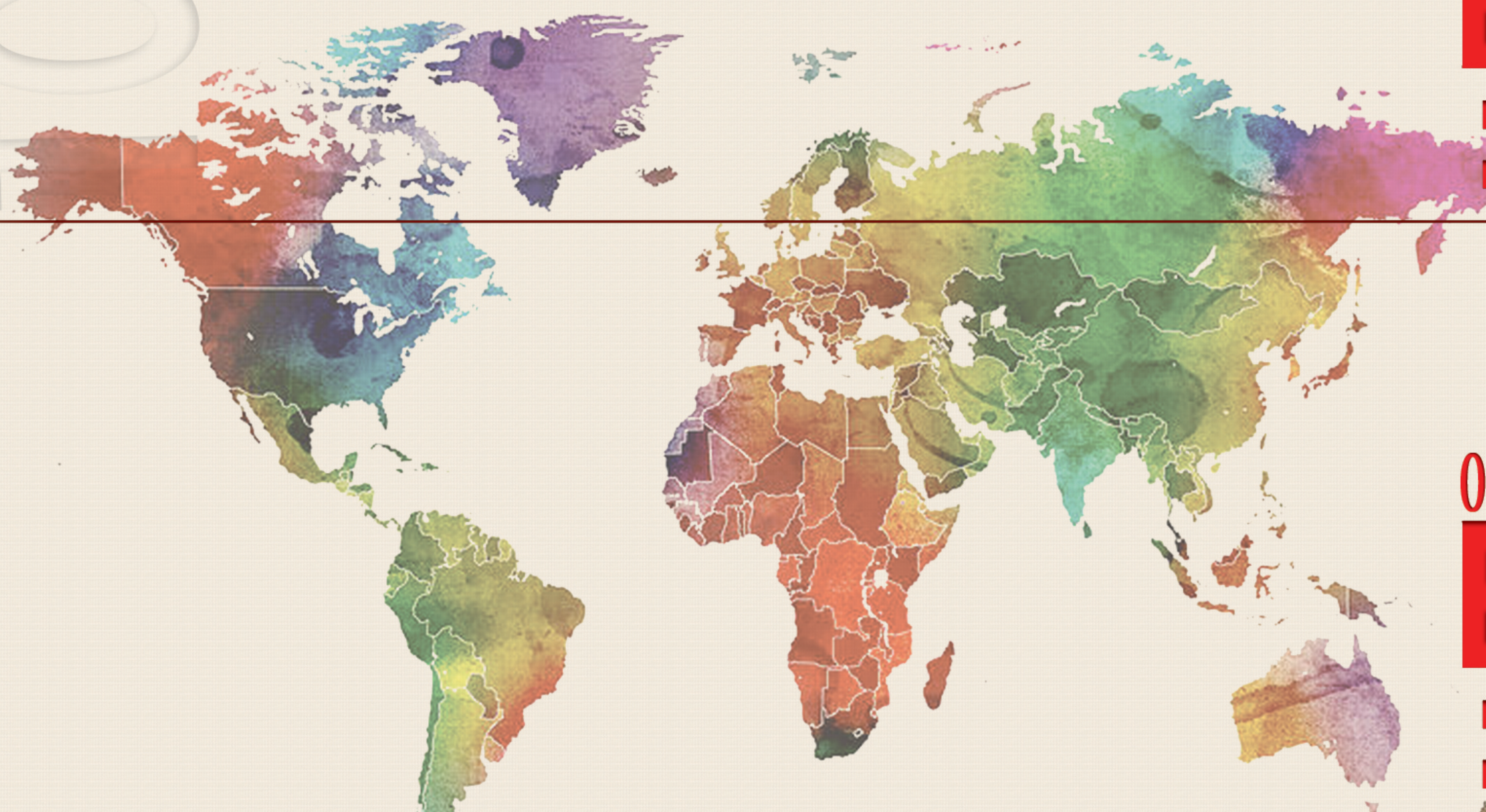
رؤية
للاعمال الهندسية المتكاملة

المساحة المستوية بين النظرية والتطبيق

جمع وترتيب

م. أحمد خليل محمود



الطبعة الأولى

LEVELING TOTAL STATION

TOTAL STATION

المقدمة

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: ((مَن سلَك طريقًا يلتمس فيه علمًا، سهَّل الله له طريقًا إلى الجنَّة، وإنَّ الملائكة لَتضعُ أجنحتها رضًا لطالب العلم، وإنَّ طالب العلم يستغفرُ له مَن في السماء والأرض، حتى الحيتان في الماء، وإنَّ فضل العالم على العابد كفضل القمر على سائر الكواكب، إنَّ العُلماء هم ورثةُ الأنبياء، إنَّ الأنبياء لم يُورِّثوا دينارًا ولا درهمًا، إنَّما ورَّثوا العلم، فمَن أخذه أخذ بحظٍّ وافرٍ))

صدق رسول الله صلى الله عليه وسلم

فإني قد قصدت أن أجمع من العلم ما يسهل على الناس البحث فإن بحر العلم واسع وما جمعت إلا القليل لأسهل لكم البحث والتدقيق وليكون لكم دليلا تضعوا به أولى خطواتكم على الطريق.

"فاللَّهُمَّ انْفَعْنَا بِمَا عَلَّمْتَنَا، وَعَلِّمْنَا مَا يَنْفَعُنَا، وَزِدْنَا عِلْمًا إِلَى عِلْمِنَا"

وفي الختام

(إن أحسنت فمن الله، وإن أسأت أو أخطأت فمن نفسي والشيطان)

م / أحمد خليل

إهداء

إلى الملكة أمي

وقد وُرِّثت في جوفها

كيف أكون طيبا

قبل أن أصرخ صرختي الأولى

في هذا العالم

إلى الطيب والدي

وقد ربِّيت في كنفه

كيف أكون صادقا

قبل أن أخطو خطوتي الأولى

في طريق الحياة

رحمةُ الله على من ماتوا وهم في القلب أحياءٌ

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

مقدمة

تعتبر المساحة علم يبحث في الطرق المختلفة لتمثيل سطح الأرض، ومن خلالها يمكن قياس المسافات الأفقية والرأسية بين النقط، وقياس الزوايا الأفقية والرأسية بين الخطوط والنقط وكذلك تعيين اتجاهات الخطوط ويمكن أيضاً إنشاء أو توقيع نقط من واقع قياسات زاوية ومسافة سبق تعيينها والغرض الأساسي من علم المساحة هو إنشاء ورسم الخرائط التي بواسطتها يمكن تحديد مواقع الأعمال الهندسية وتخطيطها وإنشائها ومن أهمها الجسور والسدود والطرق والمطارات والإنشاءات الهامة.

يهدف محتوى الدورة إلى إعطاء المتدربين القدرة على فهم المبادئ الاساسية للمساحة وكيفية استخدام الأجهزة المساحية لتنفيذ الأعمال المطلوبة في مراحل المشروع المختلفة أو أعمال الرفع وعمل الميزانية أو توقيع المخططات.

وبعون الله وتوفيقه نأمل أن تكون الدورة بمثابة مرجع يمكن أن يزود المتدرب بمعلومات ضرورية في هذا المجال.

وفي الأخير نرجو من الله العلي القدير أن يسدد خطانا وأن يجعل في هذه الدورة النفع الكثير ونأمل أن نكون قد وفقنا في إعدادها وقدمنا ما يفيد المتدربين والعاملين في مجال المساحة.

مساحة

مقدمة عامة في المساحة

الهدف:

تعلم مختلف المبادئ الأساسية للمساحة، أنواع المساح ومجالاتها والخطوات الرئيسية للرفع المساحي والقياسات المساحية ووحداتها وطرق تدوين الأرصاد المساحية.

القدرات المكتسبة:

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة:

- المساحة ومجالاتها.
- أنواع المساحة.
- المبادئ الأساسية للمساحة .
- الخطوات الرئيسية للرفع المساحي
- القياسات المساحية ووحداتها .
- طرق تدوين لأرصاد المساحية .

الوقت المتوقع للفصل : ٢ ساعات

مقدمة عامة في المساحة

١- تعريف المساحة

المساحة هي فن قياس المسافات الأفقية والرأسية بين النقط أو قياس الزوايا الأفقية والرأسية بين الخطوط والنقط وتعيين اتجاهات الخطوط وتوقيع نقط من واقع قياسات زاوية وطولية سبق تعيينها . والمساحة يمكن تعيينها على نطاق أكبر اتساعاً بأنها فن وعلم يبحث في الطرق المختلفة لتمثيل سطح الأرض وما تحتويه من معالم طبيعية كالأنهار والهضاب والجبال والبحار والقارات أو صناعية كالمباني والقرى والطرق والسكك الحديدية وحدود الدول والملكيات الخاصة والعامة والمنشآت الهندسية الأخرى مثل السدود واستصلاح الأراضي والأنفاق ، ثم ترسم خريطة بمقياس رسم معين يوافق الغرض المرسومة من أجله الخريطة .

ونستعين في الرسم باصطلاحات خاصة متفق عليها كما يجب تمثيل الأرض مبيناً مقدار الارتفاعات والانخفاضات في سطحها ، وجمع المعلومات ونقلها من سطح الأرض إلى الخريطة يسمى عملية الرفع أي رسم المسقط الأفقي لها وعكس ذلك هو توقيع معلومات في أماكن محددة على سطح الأرض والمقصود بتوقيع المعلومات هو نقلها من الخريطة إلى سطح الأرض .

٢- أنواع المساحة

تقام الأعمال المساحية للأغراض المدنية في حالات ثلاث :

- عند قياس الأراضي وتحديد الملكيات .
- عند تصميم وتنفيذ المشاريع الهندسية .
- لجمع المعلومات وتخزينها في خرائط .

يمكن تصنيف المساحة في شكلين اثنين :

- حسب الطريقة المتبعة في أخذ القياسات أي حسب طرق تنفيذ أعمال المساحة
- حسب الغرض الذي تقام من أجله المساحة .

تصنيف المساحة حسب طرق تنفيذها

المساحة عموماً إما مساحة حقلية Field Surveying وتسمى أيضاً مساحة أرضية أو مساحة ميدانية . يتم فيها أخذ القياسات من سطح الأرض أو مساحة جوية Aerial Surveying يتم فيها أخذ القياس من صور جوية ملتقطة لسطح الأرض .

أ- المساحات الحقلية Field Surveying

المساحة الحقلية أو المساحة الميدانية هي أعمال القياس التي تتم على سطح الأرض وتأخذ فيها القياسات من السطح مباشرة باستعمال أجهزة قد تكون بسيطة أو متقدمة .

وتنقسم عادة إلى قسمين هما المساحة المستوية والمساحة الأرضية (الجيوديسية)

- المساحة المستوية Plane Surveying

هي علم تحد مواقع على سطح الأرض أو قريباً منها لبيان الحدود والمعالم الطبيعية والغير طبيعية لأجزاء من سطح الأرض ثم تمثيل هذه المعالم في رسومات أو خرائط على أساس أن سطح الأرض مستوى في المنطقة المراد رفعها وفيه تهمل كروية الأرض ، وهذا الإهمال لا ينتج عنه خطأ يذكر في المساحات التي لا تزيد عادة عن ٢٥٠ كيلو متر مربع أو عندما تكون الدقة المطلوبة ليست عالية ويفترض في المساحة المستوية ما يلي :

- أقصر خط بين نقطتين على سطح الأرض هو خط مستقيم غير مقوس .
- زاوية التقاطع بين أي خطين مستقيمين هي زاوية مستوية وليست زاوية كروية .
- جميع خطوط الجاذبية موازية لبعضها ومتعامدة على سطح الأرض .

والمساحة المستوية هي التي تستعمل في الأعمال الإنشائية والهندسية مثل بناء الطرق والسكك الحديدية والمنشآت الأخرى.

- المساحة الأرضية (الجيوديسية) Geodetic Surveying

وهي علم تحديد وقياس حجم وشكل وجاذبية الأرض واتجاهات الخطوط على سطحها وحساب مسافات أفقية ورأسية بين نقط على سطح بدقة عالية وإيجاد إحداثيات هذه النقط بحيث تدخل كروية الأرض وشكلها الحقيقي وتوزيع الكتل داخلها وعلى سطحها في الاعتبار . تقام المساحة (الجيوديسية) عادة عند مسح مساحات كبيرة من سطح الأرض ويكون من الضروري أخذ شكل الأرض الحقيقي في الاعتبار ، ووفي الأعمال التي تكون الدقة المطلوبة فيها عالية .

ب- المساحة الجوية Aerial Surveying

وهي المساحة التي تتم من الجو أي من الطائرات أو من مركبات جوية أخرى ، ويتم فيها دراسة سطح الأرض وأخذ قياسات عليه ورسم خرائط من صور أو مرئيات جوية ، هناك عدة أنواع من المسح الجوي منها :

- المسح الذي تستعمل فيه الصور الضوئية أكانت ملونة أو غير ملونة ملتقطة بآلات تصوير ضوئي من الجو .
- المسح بالرادار الجوي حيث تستعمل فيه أنظمة خاصة تعرف بأنظمة سلار
- المسح الحراري الذي فيه تسجيل الاختلافات في الاشعاعات الحرارية الصادرة عن الأجسام على سطح الأرض باستعمال أجهزة مسح حراري خاصة لتسجيل البيانات على أشرطة مغناطيسية ثم تحويلها عند الحاجة إلى مرئيات . كما يمكن اعتبار أعمال المساحة التي تتم من الفضاء نوع من أنواع المساحة الجوية فهي تتم بطريقة متشابهة ولكن من الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية .

جـ- الرصد الفلكي

يحتاج من يقوم بأعمال المساحة إلى معرفة بالأرصاد والحسابات الفلكية لتحديد الزمن والمواقع على سطح الأرض ، ويعتبر الرصد الفلكي من الأعمال الهامة في المساحة (الجيوديسية) ويتم إما برصد الشمس أو النجم القطبي أو بعض النجوم الأخرى ، ثم إيجاد زواياها وحل المثلثات الكروية.

تصنيف المساحة حسب أغراضها

المساحة تخدم الكثير من المجالات وهذا ما يجعلها قابلة للتصنيف حسب المجال الذي تستعمل فيه كما يلي :

أ- المساحة الطبوغرافية Topographic Surveying

وهي المساحة التي تقام من أجل تجميع معلومات عن سطح الأرض بغرض إعداد خرائط طبوغرافية ، ويتم فيها تحديد وإقامة الضوابط الأرضية Ground Control Points التي تبين الإحداثيات لنقاط معلومة على سطح الأرض تستعمل كمرجع لأعمال المساحة الأخرى .

ب- المساحة التفصيلية Cadastral Surveying

وهي المساحة التي تقام من أجل رسم خرائط تفصيلية للمعالم في الخرائط الطبوغرافية ويشمل هذا النوع من المساحة إيجاد حدود الملكيات العامة والخاصة والنقط الدالة على الحدود وتسجيلها وربطها بالنقط المساحية الرسمية للبلاد .

جـ - مساحة المسارات Route Surveying

وتعرف كذلك بمساحة المسالك وتقام لغرض تصميم وتنفيذ المشاريع الهندسية ذات الشكل الطولي وذات العلاقة بالمواصلات مثل إنشاء الطرق والسكك الحديدية ومد الأنابيب ومد خطوط الكهرباء .

د- المساحة الهيدروغرافية Hydrographic Surveying

وهي المساحة التي تشمل الأعمال التي نحتاج إليها لتخريط سواحل الأجسام المائية وقيعانها وقياس أعماق المياه وكميات تدفق المياه في الأنهار وإيجاد متوسط منسوب سطح البحر وقياس التيارات المائية والمد والجزر . وتستعمل المساحة الهيدروغرافية في إعداد الخرائط البحرية .

هـ – مساحة المناجم Mine Surveying

وهي المساحة التي تقام في المناجم ويتم فيها ربط المعالم الموجودة تحت الأرض وداخل المناجم بالمعالم الموجودة على سطح الأرض .

و– المساحة الهندسية Engineering Surveying

يطلق هذا النوع على أعمال المساحة المستخدمة لأغراض التصميم لأي مشروع هندسي سواء في حقل المواصلات (طرق ، سكك ، مطارات) ، المياه (سدود ، أقنية) ، مباني ، مجاري .. أو ما شابهها .

ويمكن القول : أن التخطيط وتوقيع الأعمال الهندسية لأي مشروع يدخل ضمن مجال المساحة الهندسية .

٣– مصطلحات أساسية وتعاريف

هناك بعض المصطلحات المهمة في المساحة والتي يجب معرفتها بغية فهم أكبر لطبيعة ودقة القياسات التي تجري على سطح الأرض لغايات المسح الطبوغرافي والجيولوجي والهيدرولوجي .. إلخ .

- الخط الرأسي Vertical Line

الخط الرأسي عند أي نقطة على سطح الأرض هو الخط الذي يتبع اتجاه الجاذبية الأرضية في تلك النقطة ، ويطلق عليه أيضاً خط الشاقول . وكل نقطة على الأرض يمر بها خط رأسي واحد ، إلا أن تلك الخطوط الرأسية لا تتوازى ولا تتقاطع في نقطة واحدة وذلك بسبب اختلاف الشروط المحلية لكل نقطة والناجمة عن عدم توزيع الكثافة على سطح الأرض بشكل اختلاف هذا فإن مركز الجاذبية الأرضية لا ينطبق مع المركز الهندسي للأرض (نقطة تقاطع المحور الكبير والمحور الصغير)

- الخط الأفقي Horizontal Line

الخط الأفقي في نقطة ما هو ذلك الخط المستقيم والمتعامد على اتجاه خط الشاقول المار بتلك النقطة ويجد عدد غير محدود من الخطوط الأفقية يمر من النقطة الواحدة .

- المستوى الأفقي Horizontal Plane

المستوى الأفقي المار بنقطة ما هو ذلك المستوى المتعامد مع اتجاه خط الشاقول في تلك النقطة . ويمر مستوى أفقي واحد في أي نقطة محددة .

- المستوى الرأسي Vertical Plane

المستوى الرأسي المار بنقطة ما هو ذلك المستوى الحاوي على الخط الرأسي المار بتلك النقطة . إن أي نقطة يمكن أن يمر بها عدد غير محدود من المستويات الرأسية .

- السطح المستوي Level Surface

هو السطح الذي يتعامد في جميع نقاطه مع اتجاه الجاذبية الأرضية .

- الخط المستوي Level Line

هو الخط المنطبق على السطح المستوي وبالتالي يتعامد مع الجاذبية في جميع نقاطه .

- المسافة الأفقية Horizontal Distance

المسافة الأفقية بين نقطتين هي المسافة بين مسقطي النقطتين على مستوى أفقي ماراً بنقطة ما مرجعية .

- المسافة الرأسية Vertical Distance

المسافة الرأسية هي المسافة المقاسة في المستوى الرأسي .

- الزاوية الأفقية Horizontal Angle

الزاوية الأفقية بين خطين متقاطعين في نقطة هي الزاوية المحصورة بين المسقطين الأفقين لهذين الخطين .

- الزاوية الرأسية Vertical Angle

هي الزاوية المحصورة بين خطين متقاطعين واقعين في مستوى رأسي يمكن أن تكون الزاوية الرأسية زاوية ارتفاع أو بمعنى آخر عندما يكون أحد ضلعيها أفقياً والآخر يتجه للأعلى ويمكن أن تكون زاوية انخفاض عندما يكون أحد ضلعيها أفقياً والآخر يتجه للأسفل .

- الزاوية السمتية Zenith Angle

هي الزاوية التي تقاس بدءاً من الاتجاه العلوي للخط الرأسي على الخط المطلوب وهي تتراوح بين الصفر و ١٨٠ درجة

- منسوب نقطة Elevation of a Point

منسوب نقطة ما هو مقدار البعد الرأسي بين هذه النقطة وسطح مستوى مرجعي كالمستوى الوسطى للبحار .

- فرق المنسوب Elevation Difference

فرق المنسوب بين نقطتين هو مقدار ارتفاع إحداهما عن الأخرى ، أي المسافة الرأسية بين سطحي التسوية المارين بهما .

٤- المبادئ الأساسية للمساحة

هناك مبدأين أساسيان ترتكز عليهما مختلف أعمال وطرق المساحة وهما :

العمل من الكل إلى الجزء وفيه يتم مسح منطقة شاسعة باختيار نقاط ضبط أساسية (نقاط مرجعية) وعلى مسافات كبيرة نسبياً بينهما ثم يجري تعيين مواقعها بدقة عالية وذلك بالاستعانة بطريقة المثلثات أو المضلعات أو غيرها فإنه يجري تجزئة هذه المثلثات الأساسية إلى مثلثات أصغر فأصغر ويتم تعيين مواقع رؤوس المثلثات الجديدة بدقة أقل فأقل . إن هذا الاسلوب من التسلسل في العمل ، من المساحات الكبيرة إلى المساحات الصغيرة ومن القياس بدقة عالية إلى القياس بدقة تنخفض تدريجياً من شأنه أن يساعد في منع تراكم الأخطاء وفي الكشف عن الأخطاء الصغيرة وضبطها والعكس غير صحيح أي بمعنى آخر عند المسح تتم العملية من الجزء إلى الكل فإن الأخطاء الصغيرة تكبر مع اتساع المساحة وتصبح في النهاية غير قابلة للضبط .

تعيين موقع أي نقطة أخرى في الحقل ورسمها في موقعها الصحيح في ورقة الرسم عن طريق تعيين موقعها بالنسبة للنقطتين السابقتين هذه القياسات التي تتم لتعيين نقاط جديدة ، تستند على نقاط مرجعية محيطة تم اختيارها وتحديدها سلفاً بقياسات خطية (قياس مسافتان من نقطتين معلومتين) ، زاوية (قياس اتجاهان من نقطتين معلومتين) ، أو خطية وزاوية معاً (قياس اتجاه من نقطة ومسافة من نقطة أخرى ، أو قياس اتجاه ومسافة من نقطة معلومة) .

٥- الخطوات الرئيسية لرفع المساحي

تتألف العمليات المساحية اللازمة لرفع منطقة من الأرض من الخطوات الرئيسية التالية : -

١- إنشاء هيكل أو شبكة رئيسية من الخطوات المستقيمة ورفعها مساحيا . وذلك باختيار مجموعة من نقاط الضبط الرئيسية وتعيين مواقعها بدرجة عالية من الدقة وعادة يراعى أن تكون تلك النقاط على مواقع مشرفة من المنطقة وعلى مسافات كبيرة نسبياً

٢- إنشاء هيكل أو شبكة ثانوية ورفعها مساحيا وذلك باختيار مجموعة من نقاط الضبط الثانوية وتعيين مواقعها النسبية بالنسبة لنقاط الضبط الرئيسية .

٣- رفع المعالم والتفاصيل المطلوبة (مباني ، طرق ، وغيرها) وذلك بقياس مواقعها النسبية بالنسبة لنقاط الضبط الثانوية . وفي هذه المرحلة يمكن استخدام طرق أقل دقة .

وعادة يمكن الاستغناء عن شبكات نقاط الضبط الثانوية في المناطق المحدودة الأتساع إذا كانت شبكة نقاط الضبط الرئيسية قريبة من المعالم كما يمكن الاستغناء عن كلتا الشبكتين في بعض الحالات التي تسمح بذلك خصوصاً إذا كانت لمنطقة بسيطة التفاصيل أو صغيرة ومحدودة .

وهناك أشكال مختلفة من الشبكات وهي تعتمد على طبيعة المنطقة المراد رفعها ونوع العمل المطلوب والطريقة المراد استخدامها في الرفع .

٦- القياسات المساحية ووحدتها

- القياسات المساحية

تنقسم أعمال المساحة أساساً إلى ثلاثة قياسات رئيسية هي : قياس المسافات وقياس الاتجاهات وقياس الارتفاعات لتحديد موقع لأي نقطة على سطح الأرض ، وهذا من الأعمال المساحية الأساسية ، فإنه لابد من تحديد الإحداثيات الثلاث (س، ص ، ع) لهذه النقطة ، أي تحديد الموقع الأفقي (س، ص) وهو بعد النقطة في أفقي عن نقطة مقارنة معينة ، والبعد الرأسي (ع) مقارنة معين . كذلك فإنه لتحديد أي خط على سطح الأرض أو قريبا منه علينا تحديد اتجاه هذا الخط بالنسبة لخط مقارنة معين بالإضافة إلى تحديد موقع نقطة من النقط التي تقع على هذا الخط .

- وحدات القياس Units of Measurement

نعني في المساحة بوحدات القياس تلك التي نعبر بواسطتها عن مقادير كل من الأطوال والزوايا والاتجاهات والمساحات والحجوم . بالنسبة للأطوال والمساحات والحجوم نستعمل النظام المتري . ووحدة القياس في هذا النظام بالمتر المربع أو بالهكتار الذي يساوي ١٠٠٠٠ متر مربع . وهناك أيضاً النظام الانجليزي الذي يعتبر فيه القدم هو الوحدة الأساسية لقياس الأطوال في هذا النظام وهو يساوي ١٢ بوصة (أنش) ويساوي ثلث ياردة ، أي أن الياردة الواحدة تساوي ثلاثة أقدام كذلك فإن الميل يساوي ٥٢٨٠ قدم . أما المساحات في هذا النظام فتقاس بالقدم المربع أو بالأيكر الذي يساوي ٤٣٥٦٠ قدم مربع . أما الحجم في هذا النظام فيقاس الأقدم المكعب أو البوصة المكعبة . الجدول ١,١ والجدول ١ . ٢ يبينان الاختلاف بين وحدات القياس في النظام الانجليزي (English system) والنظام المتري (Metric System)

الجدول ١,١ : وحدات القياس في النظام المتري والنظام الانجليزي (وحدات قياس الأطوال)

	النظام المتري	النظام الانجليزي
وحدات قياس الأطوال Units of length measurement	1 mile=5280 feet 1 mile =1760 yard 1 mile=320 rods 1 foot=80 chains 1 yard= 3feet 1 rod = 16.5 feet 1chain = 66 feet 1chain =100 links 1 foot= 0.3048m 1 km = 0.62137 miles 1 inch = 25.4mm	1 Kilometer= 100 meters 1 meter = 100 centimeters 1 centimeters = 10 millimeters 1 decimeter = 10 centimeters

الجدول ١ . ٢ وحدات القياس في النظام المتري والنظام الإنجليزي (وحدات قياس المساحات والحجوم)

	النظام الانجليزي	النظام المتري
وحدات قياس المساحات Units of area measurement	1 acre= 43560 ft^2 1 acre = 10 square chains 1 are = 100 m^2 1 hectare = 2.471 acres 1 Km^2 = 247.1 acres	1 hectare (ha) = 1000m^2 1 square kilometer = 1000000 m^2 1 square Kilometer = 100 hectares 1 hectare = 100 ares
وحات قياس الحجوم Units of Volume measurement	Cubic inch , Cubic feet, Cubic yard	Cubic centimeter, Cubic meters
وحدات قياس الزوايا Units of area measurement	revolution = 360 degrees 1 degree= 60 minutes 1 minute = 60 seconds	1 revolution = 360 degrees 1 degree= 60 minutes 1 minute = 60 seconds

بالنسبة لقياس الزوايا فتعتبر الدائرة هي الاساس في قياس الزوايا فأية زاوية قد يكون مقدارها دائرة أو جزء من الدائرة . وهناك ثلاثة أنظمة رئيسية للتعبير عن الزوايا هي :

- النظام الستيني وفيه تساوي الدائرة ٣٦٠ درجة ستينية وتساوي فيه الزاوية القائمة ٩٠ درجة ستينية ويرمز لهذا النظام في الحسابات الالكترونية بالرمز DEG وهو اختصار لكلمة Degree أي درجة ستينية .
- النظام المئوي وفيه تساوي الدائرة ٤٠٠ درجة مئوية وتساوي الزاوية القائمة ١٠٠ درجة مئوية ويرمز له الحسابات الالكترونية بالرمز GRA وهو اختصار لكلمة Gradient التي تعني درجة مئوية .
- النظام الدائري الذي تساوي فيه الدائرة 2π حيث π هي نسبة ثابتة تساوي النسبة بين محيط الدائرة وقطرها ، وتساوي الزاوية القائمة في هذا النظام $\frac{\pi}{2}$ درجة دائرية .

العلاقة بين وحات الزوايا

الجدول ١ . ٣ العلاقة بين النظام الستيني ، النظام المئوي ، والنظام الدائري

	درجة ستينية	درجة مئوية	درجة دائرية
الدائرة	٣٦٠	٤٠٠	2π
نصف الدائرة	١٨٠	٢٠٠	π
الزاوية القائمة	٩٠	١٠٠	$\pi/2$
ربع الدائرة	٤٥	٥٠	$\pi/4$

ملاحظة : تنقسم الدرجة الستينية إلى دقائق وثوان وأعشار بحيث تكون : الدرجة الستينية الواحدة ٦٠ دقيقة والدقيقة الواحدة تساوي ٦٠ ثانية .

الدرجة الستينية = ١,١١١١١ درجة مئوية

الدرجة المئوية = ٠,٩ درجة ستينية = ٥٤ دقيقة

الدرجة الدائرية = ٥٧,٢٩٥٧٨ درجة ستينية = "٤٥ '١٧ °٥٧

طرق تدوين الأرصاد المساحية

إن طرق تدوين الأرصاد المساحية كثيرة ومتعددة ، وأولى الخطوات التي يتبعها المساح هي تدوين الكثير من القياسات والملاحظات في دفتر الحقل عند إجراء العمليات المساحية . وفائدة دفتر الحقل تكمن خصوصاً عند رسم المعالم والتفاصيل أو عند إجراء الحسابات المساحية المطلوبة ويعتبر دفتر الحقل بمثابة وثيقة هامة يعتمد عليها . ولهذا يعتبر التدوين السليم والدقيق والواضح لتلك الأرصاد المساحية من الأمور الضرورية فلا فائدة من القياسات وما يتبعها من حسابات ورسومات إذا لم تكن دقيقة وممثلة لواقع الحال . إن درجة ضبط القياسات تتبع نوع وهدف وطبيعة المشروع وبالتالي يجب أن يكون المساح القائم على العمل الميداني على علم مسبق بمتطلبات الدقة .

هناك عدة طرق عامة تساعد في تدوين الأرصاد بشكل واضح وهي :

الكتابة الوصفية

وفيها يعتمد المساح على الأسلوب الوصفي لما تم عمله ، ويمكن استخدامها عند رفع الأراضي العامة ، وهذا الأسلوب في التدوين ربما يكون معقداً وطويلاً مما يجعل الحصول على القياسات صعباً ، واللجوء إلى استخدام الرسم والجدولة المناسبة للقياسات يساهم كثيراً في تبسيط الأرصاد وتجعل الأعمال الحقلية واضحة .

تسجيل الأرصاد على رسم كروكي

ينصح الإكثار من عمل الكروكيات خاصة عند عدم القدرة على ترتيب المعلومات وفق جداول و أشكال واضحة محددة والجدير بالذكر أنه لا حاجة لاستخدام المقياس في رسم الكروكيات حيث يمكن المبالغة في مقياس بعض التفاصيل بينما يمكن تصغيره في حالات أخرى . ويقتصر استخدام تسجيل الأرصاد على رسم كروكي في العمليات المساحية البسيطة نسبياً كرفع العقارات قليلة الأضلاع وفيها يرسم كروكي للتفاصيل وتوضع القياسات الخطية والزاوية على الرسم مباشرة .

تسجيل الأرصاد في جداول

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون الأرصاد المساحية كثيرة وصعبة التدوين على الرسم حيث تدون في جداول مناسبة ويلزم الحرص عند التدوين الحي يوضح بين أي النقاط عملت القياسات و تستخدم هذه الطريقة في أغلب عمليات التسوية .

تسجيل الأرصاد باستخدام الرسم والجداول

تستخدم هذه الطريقة في عمليات المسح الشاملة وفيها تدون الأرصاد في الجداول في الصفحة اليمنى من الدفتر ويوضع الرسم في الصفحة اليسرى ويجب أن تدون جمع الأرصاد الحقلية في دفتر الحقل مباشرة في الموقع وليس في أوراق سائبة تنقل فيما بعد لأن ذلك يعرضها للضياع ،وإذا عملت أية حسابات في الحقل فيجب أن توضح في دفتر الحقل كي يمكن التحقق منها فيما بعد وينصح في جميع الأحوال تسجيل زمان ومكان وغرض العمل المساحي بالإضافة على أعضاء الفريق المساحي ومهام كل منهم ، واية معلومات مفيدة مثل الطقس ورقم الجهاز الخاص فتسجيل تلك المعلومات تفيد كثيراً في

الحكم على دقة العمل وتفسير وتصحيح الأخطاء الناتجة من الطقس أو من الأجهزة أما ذكر أعضاء الفريق ومهام كل منهم فيساعد عند الحاجة إلى الاستفسار أو المناقشة للأرصاد المدونة .

إهداء

لكل من علمني

وأزال غيمة جهل مررت بها

برياح العلم الطيبة

لكل من أعاد رسم ملامحي

وتصحيح عثراتي

إلى

د /حسين أبو السعاد

د/أشرف عليوة

م/عبد الرازق

م/ماهر

م / محمد سعيد

مساحة

قياس المسافات الأفقية

الهدف : معرفة قياس المسافات بالطرق المباشرة والغير المباشرة

القدرات المكتسبة :

عند اكتمال هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- قياس المسافات بالشريط
- الأخطاء في قياس المسافات وطرق تصحيحها
- قياس المسافات الكترونياً

الوقت المتوقع للفصل : ٣ ساعات

مقدمة

يعتبر قياس المسافات بين النقاط المختلفة على سطح الأرض احد العمليات الأساسية في حقل المساحة . فعلى سبيل المثال لتعيين موقع نقطة ما يستعان بقياس المسافات أو الزوايا أو كليهما معاً . لهذا الغرض فإن قياس المسافات الأفقية يعتمد عليهما كثيراً في تعيين مواقع النقاط أو في حساب الكميات المطلوبة ، وتحدد المسافات الأفقية بين النقاط إما بقياسها مباشرة أو عن طريق قياس المسافات المائلة وإرجاعها على نظيرتها الأفقية ويمكن إيجاد المسافات الأفقية حسابياً من المسافات الأفقية الأخرى باستخدام العلاقات الرياضية ، مهما تكن أساليب ووسائل قياس المسافات كثيرة ومتنوعة فلابد من إرجاع أو تحويل المسافة المقاسة إلى ما يعادلها في المسقط الأفقي .

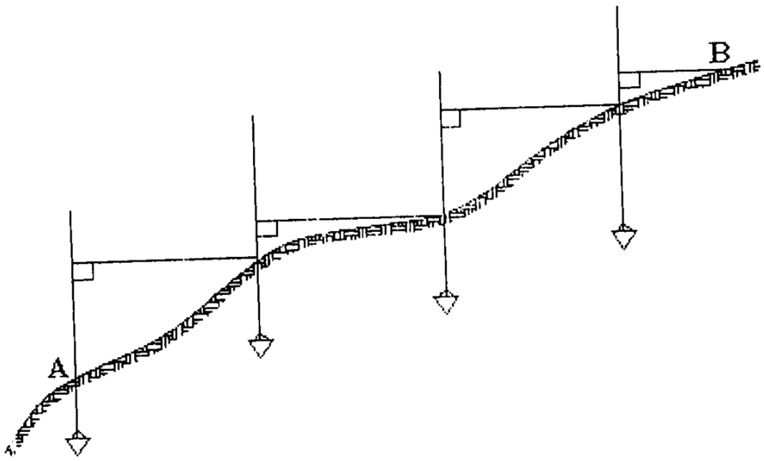
قياس المسافات الأفقية Measurement of horizontal distance

يمكن التمييز بين طريقتين رئيسيتين في قياس المسافات الأفقية وهما :

الطريقة المباشرة Direct Method

في هذه الطريقة يجرى قياس المسافات بين مختلف النقاط بشكل مباشر ووفق خطوط أفقية ففي الحالات التي تكون فيها النقاط متباعدة أو طبيعة سطح الأرض وعرة ، فإنه يتم تجزئة المسافة الواحدة إلى عدة أقسام ثم تقاس المسافة الأفقية لكل قسم ثم تجمع مع بعضها لتشكل معاً المسافة الأفقية المطلوبة .

الشكل ١ . ٢ يبين حالة نقاط متباعدة وطبيعة سطح الأرض وعرة .



الشكل ١ . ٢ : قياس المسافات على مراحل في حالة المنحدرات

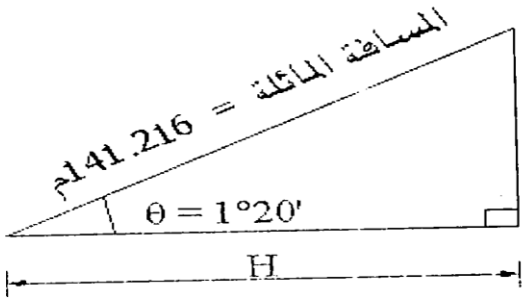
الطريقة الغير مباشرة Indirect Method

تعتمد هذه الطريقة على تعيين المسافة الأفقية من المسافة المائلة والزاوية الرأسية ويجرى هنا قياس المسافة المائلة S وزاوية الميل الرأسية θ ثم تشتق المسافة الأفقية H منهما حسب العلاقة :

$$H = S.\cos\theta$$

مثال ١ :

الشكل ٢ . ٢ يبين مسافة مائلة قدرها ١٤١,٢١٦ م وزاوية انحدار قياسها درجة وعشرون دقيقة أوجد المسافة الأفقيةH



الشكل ٢,٢ : المسافة المائلة وزاوية الانحدار

الحل :

$$\cos\theta = \frac{H}{S}$$

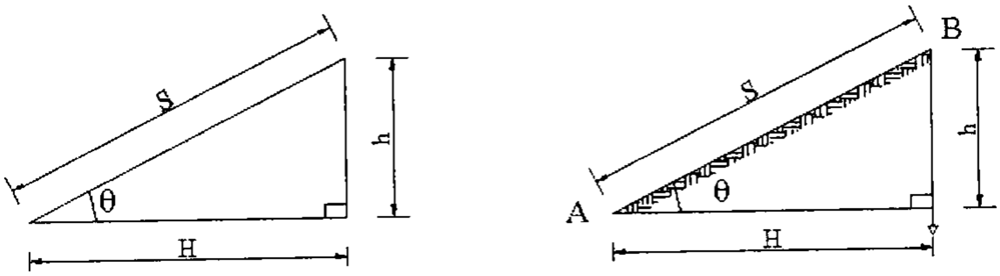
حيث إن ،

H – المسافة الأفقية

S – المسافة المائلة

$$H = S.\cos\theta = 141.216 \times \ \cos 1°20' = 141.178\, m$$

ب– تعيين المسافة الأفقية من المسافة المائلة وفرق الارتفاع (الشكل ٢ . ٣) ، يتم تعيين فرق الارتفاع أو المنسوب بين النقطتين (h)، وكذلك المسافة المائلة بينهما (S) وتحسب المسافة الأفقية من العلاقة :



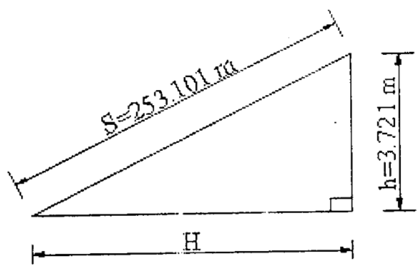
الشكل ٢ . ٣ : تعيين المسافة الأفقية من المسافة المائلة وفرق الارتفاع

$$H^2 + h^2 = S^2$$

$$H^2 = S^2 - h^2$$

$$H = \sqrt{S^2 + h^2}$$

مثال ٢ : الشكل ٢ . ٤ يبين المسافة الأفقية والمسافة المائلة وكيفية تعيين المسافة الأفقية بدلالة هاتين المسافتين .



الشكل ٢ . ٤ : تعيين المسافة الأفقية من المسافة المائلة

الحل :

لدينا من المعادلات السابقة ما يلي :

$$H^2 + h^2 = S^2$$
$$H = \sqrt{S^2 - h^2}$$

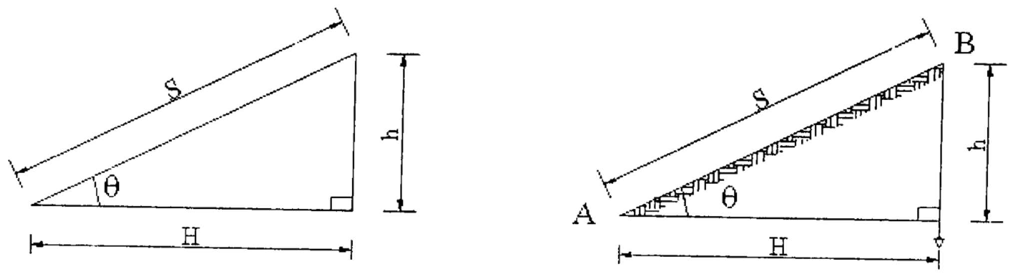
ومنه نحسب قيمة H :

$$H = \sqrt{253.101^2 - 3.721^2}$$

$$H = 253.074 \text{ m}$$

جـ – تعيين المسافة الأفقية من الزاوية الرأسية وفرق المنسوب .

يمكن تعيين المسافة الأفقية بين نقطتين بدلالة الزاوية الرأسية (θ) وفرق المنسوب (h) بينهما (الشكل ٢. ٥) وذلك وفق العلاقة التالية :



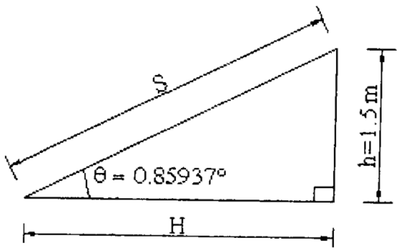
الشكل ٢ . ٥ : تعيين المسافة الأفقية بين نقطتين بدلالة الزاوية الرأسية (θ) وفرق المنسوب (h) بينهما

$$\text{Cotan}\ (\ ) = \frac{H}{h}$$

$$H = h.\text{Cotan}\ \theta$$

حيث إن (Cotan) هي (ظتا)

مثال ٣ : الشكل ٢ . ٦ يبين منسوب الارتفاع والزاوية المقابلة له وكيفية تعيين المسافة الأفقية بدلالة هاتين القيمتين



الشكل ٢ . ٦ : يبين منسوب الارتفاع والزاوية المقابلة له

المعطيات هي :

$$= 0.85937°\theta$$

$$h = 1.5m$$

ومن المعادلة السابقة نحسب قيمة H:

$$H = 1.5\ .\ \text{Cotan}\ 0.85937 = 113.268\ m$$

هـ – كيفية رفع الأرض بالشريط (طرق القياس بالشريط)

١- الاستكشاف

يقام بزيارة الأرض المراد رفعها لتكوين فكرة عامة عنها وملاحظة معالمها المميزة لتخطيط العمل المساحي لها .

٢- رسم الكروكي

يرسم كروي للمنطقة في دفتر الحقل ولا يشترط أن يكون الكروكي بمقياس رسم معين بل يكفى أن يمثل الطبيعة بالتقريب .

٣- اختيار زوايا المضلع

تنتخب أنسب المواقع لزوايا المضلع من الكروكي العام وتغرس هذه الزوايا بأوتاد خشبية في الأراضي الترابية أو أوتاد حديدية في الأراضي الصخرية ومن هذه الزوايا ينشأ مضلع تؤخذ بواسطته تفاصيل الحدود الخارجية والمعالم الداخلية للأرض المراد مسحها (يجب أن تتوفر في النقط المنتخبة الأمور التالية) تكون النقط بعيدة عن حركة المرور لتفادي إزالتها أو التلاعب بها وليسهل العثور عليها عند الرغبة في استعمالها .

٤- **الأدوات المستخدمة في قياس المسافات بالشريط** Equipment used for taping

هناك عدة آلات وأجهزة بسيطة عند القياس بالشريط نذكر منها ما يلي :

- الشاقول *Plumb Bob*

الشاقول عبارة عن ثقل مخروطي من قطعة معدنية من الرصاص أو النحاس أو الفولاذ تتدلى بشكل حر من خيط متين ويشير اتجاهها إلى مركز الأرض (تقريباً) وذلك بفعل الجاذبية حيث إن الخطوط الرأسية تتجه دائماً نحو مركز الأرض ، وتتعامد مع الخطوط الأفقية ، لذا يستعمل الشاقول في قياس وتوقيع المسافات الأفقية وذلك بتحديد الاتجاه الرأسي ومن ثم الحكم على أفقية الشريط أثناء عملية القياس .



فالشاقول يستخدم في تطبيقات إنشائية وصناعية متعددة منها ضبط رأسية أركان وواجهات المباني والأبراج والجسور والأنفاق وقياس الأعماق والمناسيب المختلفة .

- الشواخص Range Poles

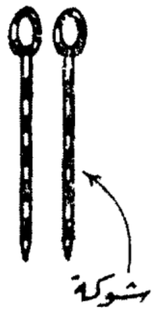
هي قضبان تصنع من الحديد أو الخشب يتراوح طولها ما بين ٢ إلى ٣ متر وعرضها ما بين ٣ إلى ٦ سم يمكن أن يكون الشاخص على شكل قطعة واحدة أو قطعتين أو أكثر أحد طرفيها مدبب لغرسه .



بالأرض وفي الأراضي الصخرية أو الصلبة (كسطوح الطرق والصخور والأبنية والأرصفة) يصعب غرس الشاخص في الأرض لذا يستعان بحامل ذي ثلاث شعب من المعدن أو الخشب متصلة اتصالاً مفصلياً بأنبوبة معدنية يوضع داخلها الشاخص في وضع رأسي تماماً فوق النقطة المعتبرة .يدهن الشاخص بلونين أبيض وأحمر أو أبيض وأسود أو بثلاثة ألوان والغاية من التلوين هو لتسهيل رؤيتها من بعيد . وتستعمل الشواخص للتوجيه في عملية القياس وتحديد الاستقامات وخطوط واتجاهات الخطوط على الطبيعة .

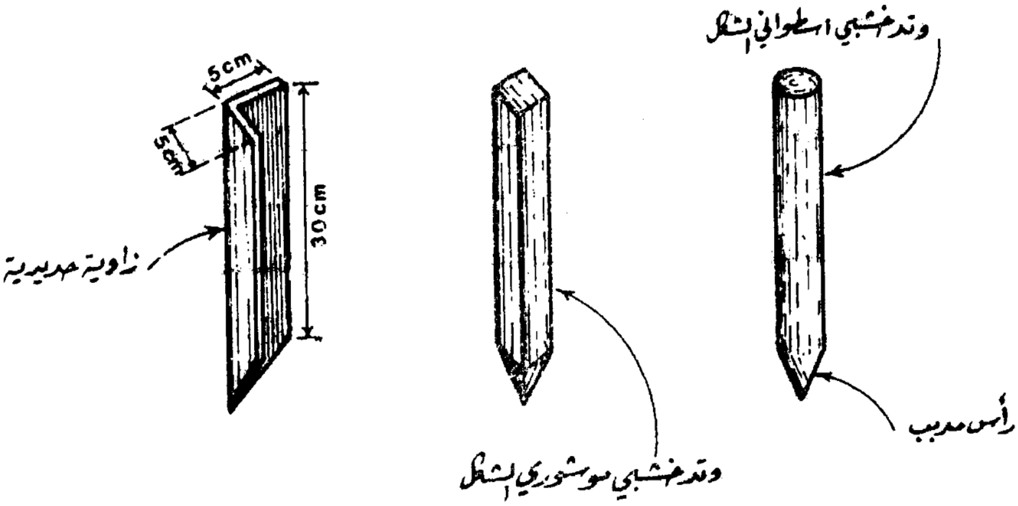
- شوك القياس Taping Pins

عبارة عن أسياخ فولاذية بقطر يتراوح من ٣ إلى ٦ مم وطول من ٢٠ إلى ٤٠ سم أحد طرفيها مدبب ليسهل غرسه في الأرض والطرف الآخر ملتو على شكل حلقة أو قرص يحمل رقماً معينا يستعمل شوك القياس بشكل رئيسي في إظهار النقاط وتحديد المسافات الجزئية التي يتم قياسها وكذلك في تحديد بعض الاستقامات ولو بشكل مؤقت .



- الأوتاد Pegs

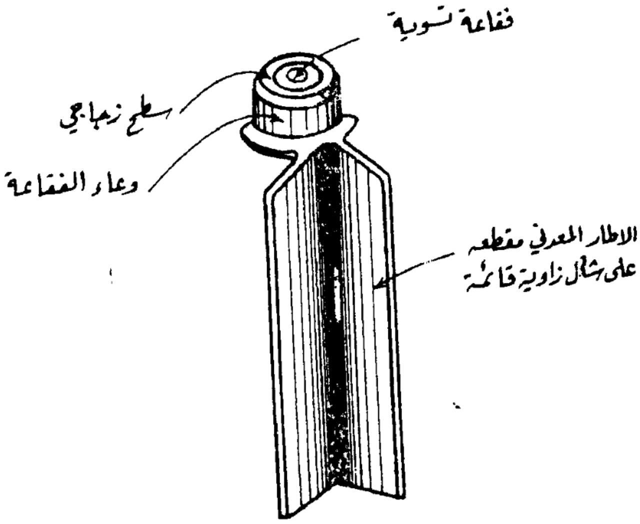
تصنع من الحديد أو الخشب على عدة أشكال (الشكل ٢ . ٧) أسطوانية أو موشورية يتراوح سمكها من ٣ إلى ٦ مم وطولها من ٢٠ إلى ٣٠ سم أحد طرفيها مدبب ليسهل غرسه في الأرض ، يستعان بمطرقة فولاذية لذق الوتد في الأرض وبحيث لا يظهر منه سوى بضعة سنتيمترات فوق سطح الأرض . تستعمل الأوتاد الخشبية بشكل رئيسي في تحديد مواقع النقاط المختارة على سطح الأرض ، أما في الأراضي الصلبة تستبدل الأوتاد الخشبية بمسامير أو قضبان حديدية قطرها من ٠,٥ إلى ٢ سم وطولها من ١٠ إلى ٣٠ سم



الشكل ٢ . ٧ : أصناف مختلفة للأوتاد

- المسواة أو ميزان التسوية Level

الميزان اليدوي عبارة عن منظار مزود بفقاعة اتزان يستخدم لجعل نهايتي الشريط على نفس المستوى الأفقي أي جعل الشريط أفقياً وهناك عدة أشكال منه المسواة الدائرية (الشكل ٢ . ٨) و المستطيلة والغاية الرئيسية من المسواة هو التحقق من أفقية الخطوط ورأسيتها .



الشكل ٢ . ٨ المسواة الدائرية

- أدوات قياس زوايا الانحدار (مقياس الميل)

في بعض الأحيان يصبح من الضروري قياس المسافات المائلة بين نقاط واقعة على سفوح أو منحدرات ولتحويل هذه المسافات من مائلة على مسافات أفقية قد يلزم استخدام أجهزة قياس للزوايا الرأسية ومن الأجهزة الدقيقة والشائعة الاستعمال في قياس الزوايا الأفقية والرأسية الثيودوليت (Theodolite) وبدرجة أقل هناك أيضاً جهازين هما :

أ) جهاز الكلينومتر (Clinometer)

الكلينومتر هو جهاز بسيط لقياس الميول والانحدارات وأبسط أنواعه هما النوعان المعروفان بالكلينومتر الخشبي والكلينومتر الأنبوبي والكلينومتر الخشبي في أبسط صورة عبارة عن قطعة من الخشب مثبت عليها منقلة يتدلى من مركزها ثقل مربوط بخيط ، وتقرأ زاوية الميلان من المنقلة في الموقع الذي يقع عليه الخيط فإذا وضع الكلينومتر على لوح طويل موضوع فوق أرض مائلة فإن قاعدته تبقى موازية لخط ميلان اللوح الخشبي بينما يكون الخط المتدلى موازياً لخط الجاذبية فيعطي قراءة انحدار سطح الأرض على المنقلة . أما الكلينومتر الأنبوبي فهو عبارة عن أنبوب معدني أو بلاستيكي يمكن النظر منه إلى الهدف ، ومثبت عليه منقلة وثقل مربوط في خيط بنفس الطريقة الموجودة

في الكلينومتر الخشبي في معرفة الانحدارات المحلية مثل إيجاد انحدارات الأراضي الزراعية في أعمال الري أما النوع الثاني فيستعمل في المسافات البعيدة كإيجاد الميل إلى قمة جبل بعيد على سبيل المثال .

أما الكلينومتر الشائع الاستعمال فهو من النوع الأنبوبي ولكن أنبوبه المعدني مزود ببعض العدسات لتحسين الرؤية والعمل مثل المقراب ، وبمسواة أنبوبية للمحافظة على الوضع الأفقي ، ومنشور أو مرآة لعكس صورة المسواة فيمكن مشاهدة الفقاعة أثناء الرصد ، وهو كذلك مزود بمنقلة ومؤشر لقياس زاوية الميلان عندما يكون الأنبوب في وضع غير أفقي فطريقة استخدام الكلينومتر تتلخص فيما يلي :

- يحدد على الشاخص علامة بارتفاع عين الرصد ويوضع عند النقطة الأخيرة
- يقف الراصد عند نقطة A وينظر في المنظار ويطبق الشعرة الأفقية على العلامة على الشاخص
- يحرك الراصد المسمار إلى أن تقع الفقاعة في المنتصف
- تقرأ من التدريج الموجود على الجهاز

وهذا على فرض أن الشريط مرفوع على ارتفاع متساوي بين النقطتين .

ب- جهاز الأبنى ليفل The Abney Level

يتركب هذا الجهاز من فقاعة ومن منظار ومؤشر ومنقلة وتتلخص طريقة الاستعمال في رصد علامة معينة على الشاخص ثم تحريك برغي خاص متصل بالمؤشر إلى أن تصبح الفقاعة وسط مجراها أي ينطبق مركزها على العلامة المرصودة على الشاخص إن مقدار زاوية الميل يكون مساوياً للزاوية الرأسية التي تحركها المنقلة من الوضع الأفقي (الصفر) إلى الوضع المائل الموازي لخط ميل المنحدر ويستعان بالمؤشر لقراءة هذه الزاوية وجهاز الأبني ليفل له نفس المبدأ وشروط القياس كالكلينومتر .

٥- الأخطاء في قياس الأطوال بالشريط وتصحيحها

توجد عدة أخطاء أثناء قياس المسافات بالشريط ومنها :

- **أخطاء مصنعية**

تعود إلى الشريط نفسه من حيث المتانة والنوعية والدقة في تدرجه .

- **أخطاء طبيعية**

تنجم في الغالب عن التفاوت في الأحوال الجوية من حرارة ورطوبة بين تلك السائدة أثناء القياس في الحقل وبين القيم التي تم تغيير وتدريج الشريط بموجبها .

- **أخطاء شخصية**

تعود معظمها إلى عدم الانتباه ونقص الخبرة والكفاءة وفي أحيان كثيرة إلى ظروف نفسية ومادية معينة .

الخطأ في طول الشريط

ويصحح إن أمكن وإلا فيرصد الطول المقاس ويحسب الطول الحقيقي بالمعادلة التالية :

مثال :

قيس خط بشريط ينقص طوله ١٠ سم عن الطول الأسمى فكان طول الخط ١٩٨م ما هو الطول الحقيقي للخط .

بتطبيق المعادلة السابقة نجد :

الطول الأسمى للشريط = ٢٠ م

الطول الحقيقي للشريط = ١٩,٩٠ م

الطول المقاس للخط = ١٩٨ م

الطول الحقيقي للخط = ؟ س

$$\frac{س}{198} = \frac{19.9}{20} \Leftarrow س = ١٩٧,٠١ \text{ متر}$$

الخطأ الناشئ من اختلاف درجة الحرارة عند القياس من المعايرة (الخطأ الناشئ عن تغيرات درجات الحرارة)

Correction for Temperature

وينتج هذا الخطأ الذي قد يكون بالزيادة أو النقص تبعاً للمعادلة :

حـ = ∝ (د ١ – د)

حيث – التصحيح للخط المقاس

د ١ – درجة الحرارة أثناء القياس

د – درجة حرارة الشريط عند معايرته

∝ معامل تمدد الشريط وهو يساوي ١١,٢ × ١٠ ^-٦^ لكل درجة مئوية للشريط

الخطأ الناشئ عن زيادة أو نقصان قوة الشد المطبقة

من الطبيعي أن تؤثر قوة الشد المطبقة على الشريط أثناء القياس على مادته ، كلما ازدادت قوة الشد تفسخت الألياف واستطالت ولو بمقادير صغيرة جداً . أن العلاقة الرياضية التي تعطي مقدار الخطأ هي :

التصحيح للخط المقاس حـ = (ش ١ – ش) . ل
―――――――――――
م . E

حـ – مقدار التصحيح الناشئ عن اختلاف قوة الشد بالمتر

ش ١ – الشد المطبق أثناء القياس

ش – الشد المطبق أثناء المعايرة

م – مساحة المقطع العرضي للشريط

ل – الطول المقاس

E – معامل المرونة لمادة الشريط المستخدمة

شريط الأنفار $E=14.5\times 10^4\ N/mm^2$ للصلب و $E= 20 \times 10^4 N/mm^2$

٦ – قياس المسافات إلكترونياً Electronic Distance Measurement

تطورت الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات تطوراً سريعاً منذ بداية الخمسينات خصوصاً بعد استخدام أول جهاز إلكتروني لقياس المسافات عام ١٩٥٠ ويدعى جيوديمتر (Geodimeter) والذي يعتمد على إرسال الأشعة الضوئية ومن مميزات الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات هي :

- دقتها العالية ولا تحتاج إلى جهد أو وقت أكبر .
- استخدامها في الأماكن التي يصعب عبورها أو يستحيل استعمال الشريط .
- استعمالها ليلاً ونهاراً وفي الظروف الجوية الصعبة كحالة وجود الضباب أو الأمطار
- قدرتها على قياس مسافات تتجاوز الخمسين (٥٠) كيلو متر بخطأ لا يتجاوز عشرة (١٠) سنتيمتر

وتختلف الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات عن بعضها في نوع الطاقة الشمسية المستعملة فبعض من هذه الأجهزة تستعمل الأشعة الضوئية أو تحت الحمراء أو أشعة الليزر ، والبعض الآخر منها يستعمل الطاقة ذات الموجات المتناهية القصر (المايكروويف Microwaves) وتوجد أشكال متعددة من الأجهزة الإلكترونية تعمل على الموجات الضوئية المعدلة Modulated Light Waves والموجات اللاسلكية المعدلة Modulated Radio Waves ويمكن تصنيف أجهزة قياس المسافات إلكترونياً تبعاً لمدى القياس أو تبعاً لطول الموجة الكهرومغناطيسية المرسلة .

التصنيف تبعاً لمدى القياس

أجهزة قياس المسافات الإلكترونية قصيرة المدى

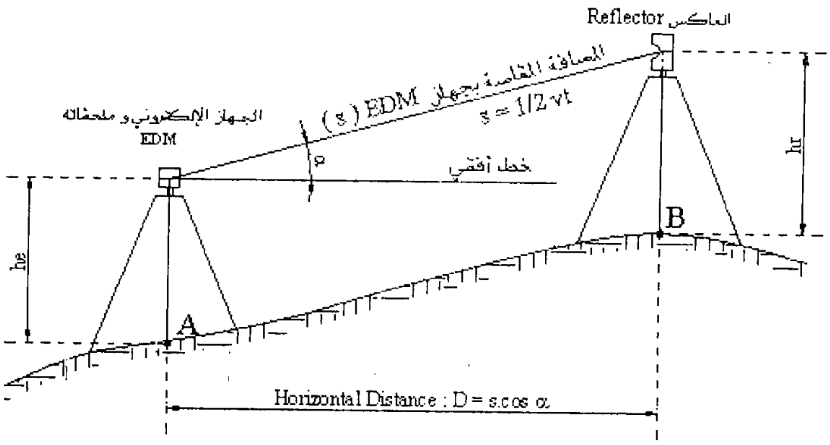
تستعمل لأطوال في حدود ٣ كيلو متر وتمتاز هذه الأجهزة بأنها :

- سهلة الاستعمال وسهولة القراءة منها
- خفيفة الوزن
- استهلاكها للطاقة
- يمكن تركيبها مع جهاز قياس للزوايا (كالثيودوليت) كوحدة واحدة

وفي أغلب الأحيان يلحق بالجهاز الإلكتروني EDM كل من : جهاز الثيودوليت وحاسب إلكتروني من الحجم الصغير ويكون دور الجهاز الإلكتروني قياس المسافة المائلة ، والثيودوليت قياس الزاوية الرأسية أو زاوية النظر ، والحاسب الإلكتروني الصغير حساب المسافة الأفقية وفرق الارتفاع بين نقطتين (بمعرفة المسافة المائلة والزاوية الرأسية) إن معظم أجهزة المدى القصير تعمل على الأشعة دون أو تحت الحمراء (Infrared Light) عموماً لقياس المسافة الأفقية بين نقطتين B و A باستخدام الأجهزة الإلكترونية EDM يلزمك وحدتين من الأجهزة :

- الوحدة الأولى هي عبارة عن الجهاز الإلكتروني والثيودوليت والحاسب الإلكتروني صغير الحجم بالإضافة إلى بطارية كمصدر للطاقة .
- الوحدة الثانية فهي عاكس (Reflector) مكون من موشور أو مجموعة مواشير عاكسة تقوم بعكس الموجات المرسلة من جهاز الـ EDM الذي يقوم بدور الإرسال والاستقبال معاً .

ويمكن تلخيص خطوات قياس المسافة الحقلية AB (أنظر شكل ٢ . ٩) فيم يلي :



الشكل ٢ . ٩ تحويل المسافة المائلة المقاسة إلكترونياً إلى مسافة أفقية

- يثبت جهاز الـ EDM مع ملحقاته الأساسية (ثيودوليت ، حاسب ، بطارية) فوق النقطة A كذلك يثبت موشور أو مجموعة مواشير عاكسة فوق النقطة الثانية B
- يجري ضبط أفقية جهاز الثيودوليت تماماً فوق النقطة A ويقاس ارتفاع مركز جهاز الـ EDM فوق النقطة A وكذا مركز مجموعة المواشير فوق النقطة B
- يرصد مركز المواشير المثبتة في النقطة B بشكل تقريب أو بشكل دقيق بأن تجعل نقطة تقاطع الشعيرات الأفقية والرأسية لجهاز الثيودوليت منطبقة على علامة محددة في مركز تلك المجموعة .
- يتم التأكد مع سلامة توجيه الموجات الكهرومغناطيسية باتجاه مركز العاكس وذلك بملاحظة مؤشر خاص بهذا الغرض .
- يضغط على زر القياس المثبت بجهاز الـ EDM فتنبعث من خلال عدسة الإرسال موجات كهرومغناطيسية معدلة ذات سرعة وذبذة سرعة وذبذبة ثابتة ومحددة سلفاً باتجاه مركز العاكس لتنعكس هناك أو يعاد إرسالها إلى عدسة الاستقبال ضمن جهاز الـ EDM ويتم حساب المسافة المائلة (S) بمعرفة الزمن الذي استغرقه الموجات في قطع المسافة ذهاباً وإيابا بين مركز الجهاز ومركز العاكس وتحسب المسافة من العلاقة التالية :

$$ES= 1/2V.t$$

حيث أن V ترمز إلى سرعة الموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة و t ترمز إلى الزمن المستغرق في قطع المسافة S ذهاباً وإياباً تقرأ المسافة المائلة بين مركز الـ EDM ومركز العاكس من خلال شباك خاص موجود على الواجهة الأمامية (المقابلة لعين الراصد) لجهاز الـ EDM .

- باستخدام جهاز الثيودوليت ، تقاس الزاوية الرأسية ∝ أي زاوية ميل خط النظر الذي يصل بين مركز جهاز الـ EDM ومركز مجموعة المواشير عن الوضع الأفقي
- بافتراض أن ارتفاع مركز العاكس h_r فوق النقطة B مساويا لارتفاع مركز الـ EDM أو الثيودوليت h_e فوق النقطة A فإن خط النظر يكون موازياً للخط AB .

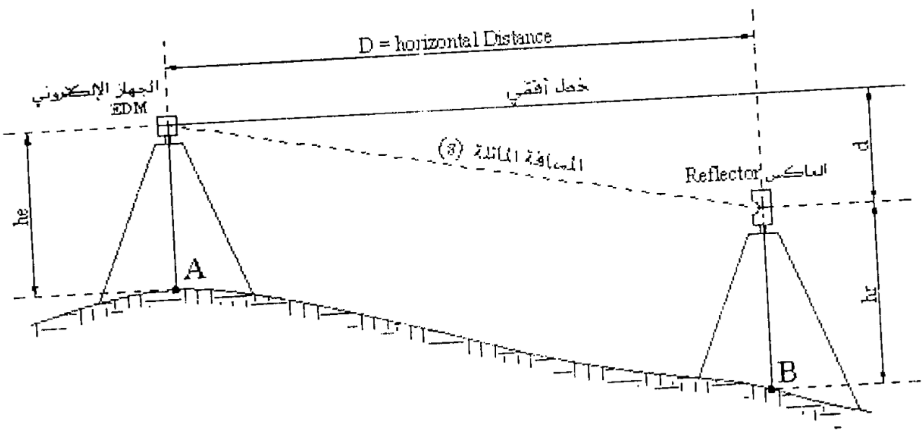
وعليه فإن المسافة الأفقية (D) بين النقطتين A و B هي عبارة عن المسقط الأفقي للمسافة المائلة المقاسة S من العلاقة التالية :

$$D= S \cos (\propto)$$

كما يمكن حساب المسافة الأفقية (D) من المسافة المائلة (S) دون الحاقة لقياس الزاوية ∝ وذلك بقياس منسوب كل من النقطتين A و B وارتفاع العاكس فوق النقطة B أي h_r وارتفاع الـ EDM فوق النقطة A أي h_e وذلك من خلال العلاقة التالية :

$$D = (S^2 – d^2)^{1/2}$$

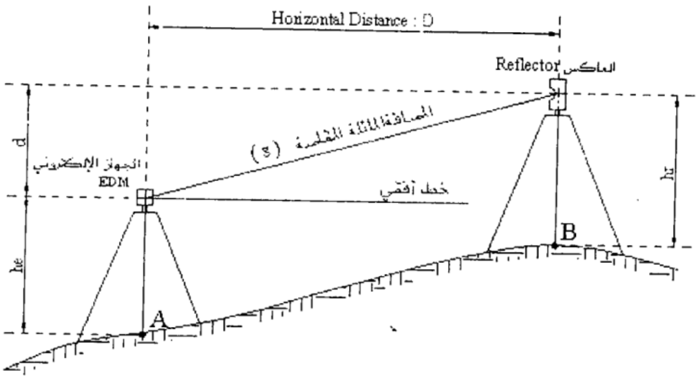
حيث d تساوي في حالة الشكل ٢ . ١٠



الشكل ٢ . ١٠ : حساب المسافة الأفقية بمعرفة المناسيب ، حالة خط النظر للأسفل

d = (منسوب النقطة A + h_e) − (منسوب النقطة B + h_r)

وتساوي في حالة الشكل ٢ . ١١



الشكل ٢ . ١١ : حساب المسافة الأفقية بمعرفة المناسيب ، حالة خط النظر للأسفل

d = (منسوب النقطة B + h_r) − (منسوب النقطة A + h_e)

أجهزة قياس المسافات الإلكترونية المتوسطة المدى

يبلغ مدى هذه الأجهزة عشرات الأميال وتعمل على أنواع مختلفة من الطاقة ومن بينها الموجات الدقيقة التي يتراوح طولها من ١ مم على ٢٠ سم وتصل ذبذباتها إلى آلاف الملايين من الدورات في الثانية. ويناسب هذا النوع من الأجهزة متوسطة المدى أعمال المساحة الجيوديسية (شبكات المثلثات الدقيقة مثلاً وبعض المشاريع الهندسية الهامة .

أجهزة قياس المسافات الإلكترونية بعيدة المدى

يبلغ مدى هذه الأجهزة مئات الكيلومترات وتعمل على الليزر والموجات الدقيقة وهناك أيضاً مجموعة من الأجهزة ذات المدى البعيد تعمل على الموجات اللاسلكية الطويلة ويغلب استعمال هذه الأجهزة في أعمال الملاحة والبحرية وبعض الأعمال الأخرى التي تحتاج إلى قياس مسافات بعيدة.

التصنيف لطول الموجه المغناطيسية المستخدمة

يمكن تصنيف أجهزة قياس المسافات إلكترونياً تبعاً لطول الموجه للطاقة المستخدمة كما يلي:

أجهزة القياس الكهروبصرية

وتستخدم أمواج ضوئية معدلة بطول يتراوح تقريباً بين ٠,٤ إلى ٠,٩ متر وهي تشمل بذلك أشعة الضوء المرئية المعدلة والأشعة تحت الحمراء المعدلة .

أجهزة القياس الإلكترونية التي تعمل على الموجات الدقيقة

هذه الأجهزة تستخدم أمواجاً دقيقة تتراوح أطوالها بين ٠,٨ على ١٠ سم

أجهزة القياس الإلكترونية التي تعمل على الموجات اللاسلكية الطويلة

يبلغ طول الأمواج اللاسلكية المستخدمة في هذا النوع من الأجهزة حوالي كيلو متر واحد

إهداء

إلى أخي الأكبر

إلى المحب بدون مقابل

إلى السند والقدوة

إلى من لا توفيه الكلمات حقه

إلى أخي/ محمد

مساحة

المساحات التفصيلية

الهدف : تعلم استخدام مقاييس الرسم وتطبيقه على الخريطة

القدرات المكتسبة :

عند اكتمال هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- المساحة التفصيلية
- المساحة بالشريط
- مقاييس الرسم
- كيفية تطبيق مقاييس الرسم على الخريطة

الوقت المتوقع للفصل : ٣ ساعات

مقدمة

تهدف المساحة التفصيلية إلى رسم خرائط ومخططات تفصيلية وهذه الخرائط تهدف إلى بيان حدود الملكيات الخاصة والعامة وتفاصيل المباني والشوارع ويمكن أخذ القياسات منها ولذلك يكون مقياس الرسم كبير عادة .

ومن بين استعمالات الخرائط التفصيلية نجد :

- تحديد مساحات الأراضي والعقارات المختلفة .
- تستخدم عمليات الحصر الزراعي
- تحديد الملكيات الخاصة والعامة
- تستخدم في عمليات نقل الملكية
- تستخدم في عمليات تقسيم الأراضي
- تستخدم في عمليات البيع والشراء والمنازعات القضائية
- تستخدم في عمليات نزع الملكية للمنفعة العامة
- تستخدم في تخطيط وتوقيع المشاريع الهندسية

للمساحة التفصيلية خطوتان رئيسيتان :

١- اختيار وتعيين هيكل من نقاط الضبط وذلك باستخدام التضليع أو قياس الأطوال

٢- تعيين مواقع للتفاصيل بالنسبة لنقاط الضبط وذلك بالاعتماد على طريقة الإسقاط العمودي والأحزمة أو طريقة الشعاع

يمكن تقسيم المساحة التفصيلية حسب أنواع الأجهزة المستخدمة فنجد :

١- **المساحة بالشريط** : وهي أبسط أنواع المساحة التفصيلية وتعتمد أساساً على قياس المسافات فقط

٢- **المساحة بالتاكيومتر** : ويستخدم جهاز التاكيومتر وطريقة الشعاع في رفع التفاصيل

٣- **المساحة بالثيودوليت** : ويستخدم جهاز الثيودوليت على قياس المسافات وطريقة الشعاع في رفع التفاصيل

٤- **المساحة بالجهاز الإلكتروني للمسافات** : وهي تعتمد على الجهاز الإلكتروني في قياس المسافات وعلى طريقة الشعاع في رفع التفاصيل .

تعريف ومصطلحات أساسية

التفاصيل : مصطلح عام يقصد به المعالم الموجودة بالموقع سواء على سطح الأرض أو تحته

وهي تشمل :

- التفاصيل الصناعية : ويقصد بها المعالم الإنشائية من صنع البشر مثل المباني والطرق وغيرها
- التفاصيل الطبيعية : ويقصد بها المعالم الطبيعية مثل الأنهار والغابات والبحار وغيرها
- التفاصيل المعلقة : مثل خطوط الكهرباء والهاتف
- التفاصيل التحتية : مثل مواسير شبكات مياه الشرب والمجاري

ويرمز للتفاصيل على الخرائط بمصطلحات فنية متفق عليها لسهولة قراءة الخريطة

ويمكن تقسيمها إلى مجموعات :

مصطلحات أنواع المباني والإنشاءات : مثل المباني الحكومية والغير حكومية والأسواق والجوامع وغيرها

مصطلحات الطرق والسوار وخطوط الحدود

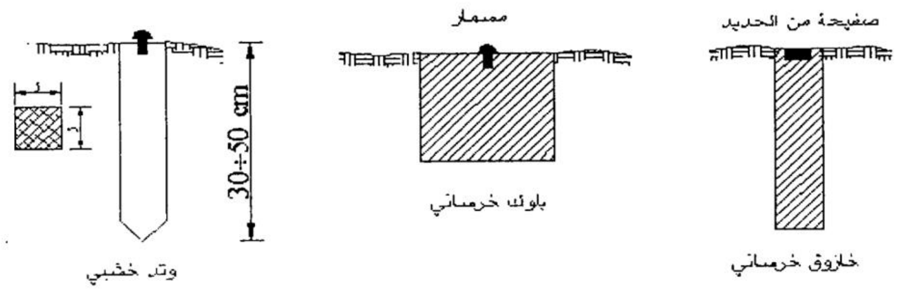
مصطلحات السكك الحديدية مثل أنواع الخطوط الحديدية وميول الجسور والإشارات والأرصفة وخطوط الكهرباء

مصطلحات المزروعات

مصطلحات مائية

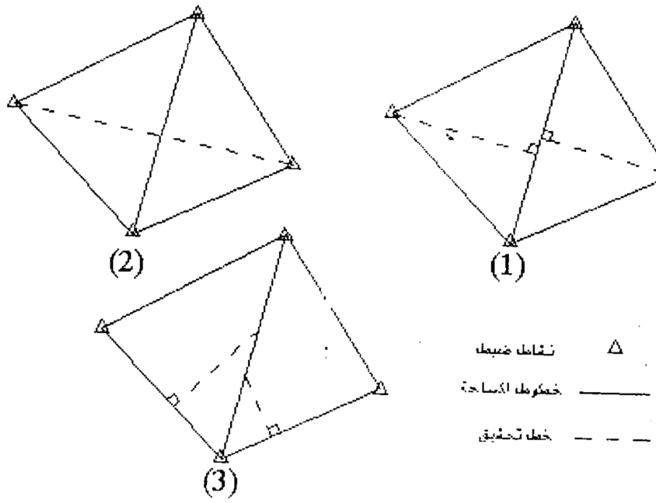
مصطلحات التضاريس

- نقاط الضبط (المعطاة) هي نقاط مرجعية (الشكل ٣ . ١) تثبت في الأرض بغرس الأوتاد أو الخوازيق الخرسانية أو المواسير والمسامير



الشكل ٣ . ١ : نقاط الضبط

- خطوط المساحة (خطوط الشريط) هي الخطوط التي تصل بين نقاط الضبط ويدعى أهمها خط الأساس
- خطوط التحقيق : هي الخطوط الإضافية التي لا لزوم لها لتحل رسم الرابطة وتساعد على اكتشاف الأخطاء سواء في الرسم أو في القياس (الشكل ٣ . ٢)



الشكل ٣ . ٢ خطوط التحقيق

المساحة بالشريط

تعتبر المساحة بالشريط هي أبسط الطرق المستعملة في المساحة . ويمكن استعمال الشريط لإقامة عمل مساحي إذا كانت المنطقة المراد مسحها صغيرة ومكشوفة وقليلة التضاريس ونحتاج في هذا النوع من المساحة إلى أدوات بسيطة منها الشريط والشواخص والأوتاد والشاقول (الشاغول) والشوك والمثلث المساح والكلينومتر يمكن أحياناً استعمال الجنزير بدلاً من الشريط

خطوات المساحة بالشريط

تتألف أعمال المساحة بالشريط من اعمال ميدانية وأعمال مكتبية

الاعمال الميدانية :

تعرف أيضا بالأعمال الحقلية في المساحة وهي الأعمال التي تقام في الحقل على سطح الأرض مباشرة وهي إما اعمال رفع أو أعمال توقيع وتشمل أعمال الاستكشاف والقياس والتسجيل .

أ- الاستكشاف : وهو المرور في المنطقة لتكوين فكرة شاملة على حالة المنطقة وشكلها وطبيعتها والتعرف على حدودها

ب- القياس : يتم تحديد هيكل من نقاط الضبط وقياس أطوال خطوط المساحة بالشريط ولتحديد هيكل المثلثات يجب أن نراعي ما يلي :

- يجب أن تكون خطوط المساحة قليلة وطويلة قدر الإمكان
- يجب تلافي أي عوائق للقياس أو التوجيه
- يجب أن تكون زوايا الهيكل بين ٣٠ درجة و ١٢٠ درجة
- يجب أن تكون الأعمدة قريبة من التفاصيل وتلافي الأعمدة الطويلة
- يرسم كروكي موضحاً فيه خطوط المساحة والتفاصيل المراد رفعها

القيام بقياس أطوال خطوط المساحة والإسقاطات العمودية أو الأحزمة من التفاصيل إلى خطوط الجنزير بما يلزم قياس بعض أبعاد التفاصيل عند الحاجة

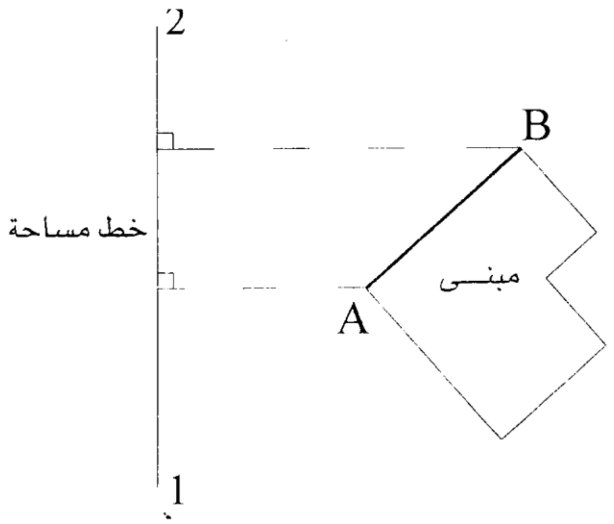
الأعمال المكتبية :

نقوم في الأعمال المكتبية بتحويل القياسات إلى معلومات وأشكال يمكن الاستفادة منها مباشرة وفي هذه المرحلة ترسم خريطة المنطقة بعد عمل التصحيحات المطلوبة الضرورية .

النقاط التي يؤخذ عندها الأعمدة

- لرفع خط مستقيم بالنسبة إلى خط مساحة مجاور فيكفي تحديد موقع نهايتي الخط المستقيم

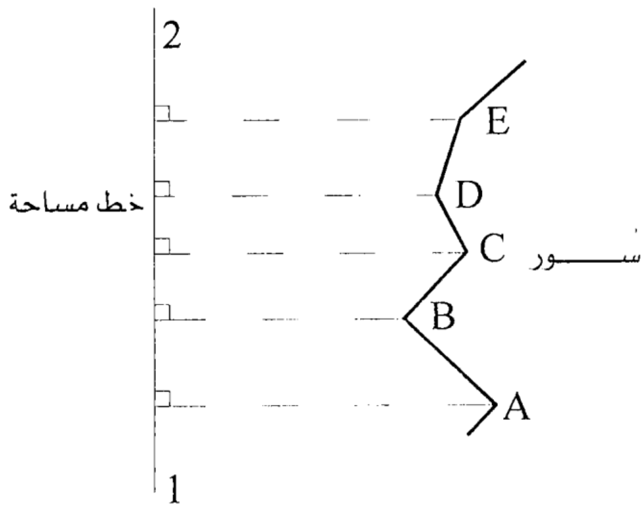
مثال لرفع واجهة المبنى (الشكل ٣ . ٣)



الشكل ٣ . ٣ : رفع لواجهة مبنى

- لرفع معالم غير منتظمة يجب القيام بعمل إسقاطات كافية عند النقاط التي يتغير فيها الاتجاه

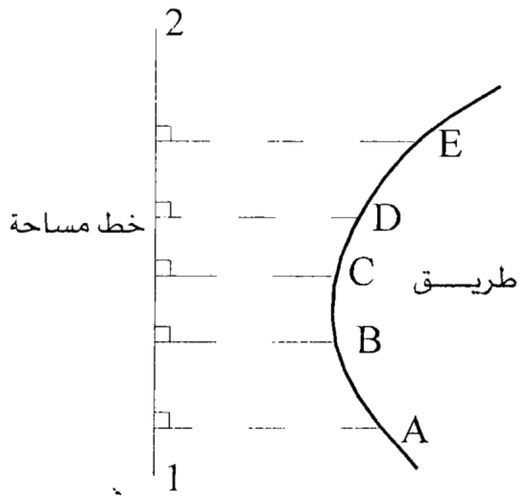
مثال لرفع حائط (الشكل ٣ . ٤)



الشكل ٣ . ٤ : رفع لحائط

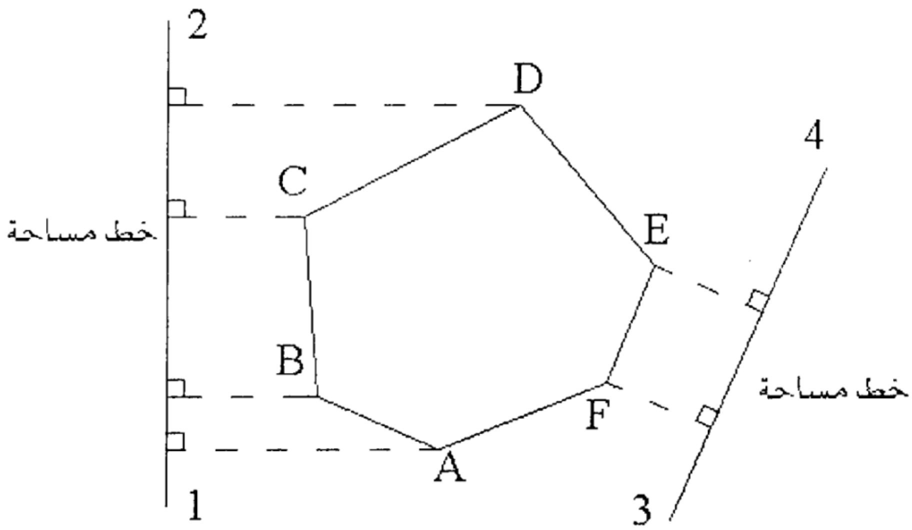
- لرفع معالم على شكل أقواس ومنعطفات كالطرق والسكك الحديدية فيجب القيام بعمل إسقاطات عمودية على فترات منتظمة

مثال لرفع طريق (الشكل ٣ . ٥)



الشكل ٣ . ٥ : رفع لطريق

- لرفع تفاصيل غير محددة كالغابات ومجموعة الأشجار فتحاط بهيكل مناسب وترفع حدوده إلى خطوط المساحة (الشكل ٣,٦)



الشكل ٣ . ٦ : رفع لغابة

مقاييس الرسم

مقياس الرسم هو النسبة بين طول أي بعد على الخريطة والطول المناظر له في الطبيعة . مثلاً ١/١٠٠٠ تعنى أنه كل ١ مم على الخريطة أو الرسم يمثل ١٠٠٠ مم على الطبيعة .

١- أصناف المقاييس

يمكن تصنيف الخرائط حسب مقياسها كما يلي :

١- خرائط هندسية من ١ : ٥٠ حتى ١ : ٢٠٠٠
٢- خرائط تفصيلية للمدن من ١ : ٥٠ حتى ١ : ٥٠٠٠
٣- خرائط استعمال الأراضي (جيوديسي) من ١ : ٥٠٠ حتى ١ : ١٠٠٠٠٠
٤- خرائط طبوغرافية من ١ : ٢٥٠٠٠٠ حتى ١ : ٥٠٠٠٠٠
٥- خرائط حائطية من ١ : ٢٥٠٠٠٠ حتى ١ : ٥٠٠٠٠٠
٦- خرائط أطالس من ١ : ٢٥٠٠٠٠ حتى ١ : ١٠٠٠٠٠

ويمكن تصنيف الخرائط حسب مقاييسها كما يلي :

١- خرائط ذات مقاييس صغيرة وتعرف كذلك بالخرائط المليونية أو خرائط العالم أو خرائط الأطلس ويكون مقاييسها في حدود ٥٠٠٠٠٠ أو أصغر
٢- خرائط ذات مقاييس متوسط في حدود ١ : ٢٥٠٠٠٠ حتى ١ : ١٠٠٠٠٠
٣- خرائط ذات مقاييس كبيرة من ١ : ٥٠٠ حتى ١ : ٢٥٠٠٠٠

٢- أنواع المقاييس

أنواع المقاييس التي تستعمل عادة في الخرائط هي :

١- التعبير اللفظي أو الكتابي Verbal statement

كان يقال كذا مليمتر أو سنتيمتر أو بوصة على الخريطة يساوي كذا متر أو كيلو متر أو ميل على الطبيعة مثلاً : ١ سنتيمتر على الخريطة يساوي ١٠٠٠ متر على الطبيعة وهذا النوع من المقاييس شائع الاستعمال في الخرائط ولا يستعمل في الرسومات الهندسية .

٢- **المقياس الكسري** Representative fraction

وهو نسبة ثابتة تبين على شكل كسر بسطه العدد ١ ويكون مقامه عادة أحد الأرقام ١ ، ٢ ، ٢,٥ ، ٤ ، ٨ مضروب في ١٠ أو مضاعفتها

مثلاً :

$1/10$ ، $1/100$ ، $1/1000$ ، ....

$1/20$ ، $1/200$ ، $1/2000$ ، ....

$1/25$ ، $1/250$ ، $1/2500$ ، ....

$1/40$ ، $1/400$ ، $1/4000$ ، ....

$1/50$ ، $1/500$ ، $1/5000$ ، ....

$1/80$ ، $1/800$ ، $1/8000$ ، ....

ويكتب كذلك بالشكل ١ : ٥٠٠٠ أو ١ \ ٥٠٠٠ ويقرأ واحد على ٥٠٠٠ أو واحد إلى ٥٠٠٠

ويعني أن وحدة القياس على الورق يقابلها ٥٠٠٠ من نفس الوحدات على الطبيعة ويعرف المقام في المقياس الكسري برقم المقياس

٣- **المقاييس التخطيطية**

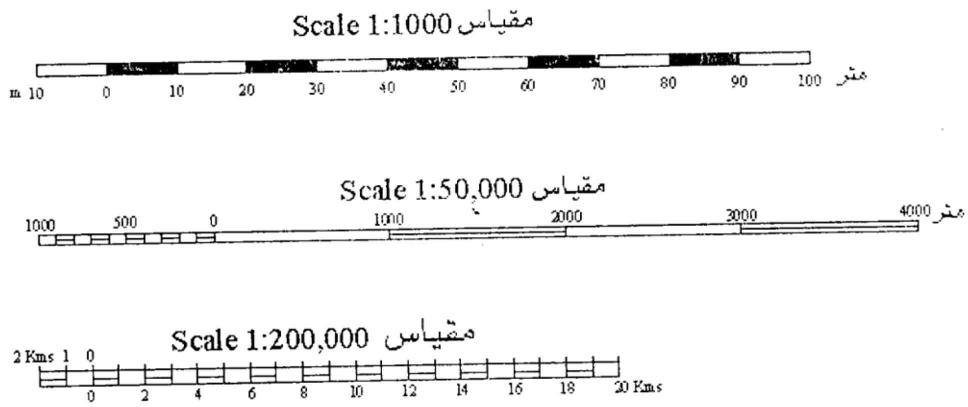
تستعمل المقاييس التخطيطية للتقليل من الأخطاء التي قد تنشأ عند إجراء الحسابات وتلك أكثر ما تنشأ من تأثر الخريطة بعوامل التمدد والانكماش ، فقد يتغير المقياس الفعلي للخريطة على المقياس الكسري بسبب تمدد وانكماش الورق الناتج عن الرطوبة والعوامل الجوية الأخرى .

ولكن المقياس التخطيطي يبقى ثابتاً لأنه يتأثر بنفس القدر الذي تتأثر به الخريطة ، فهو جزء منها ومرسوم على نفس الورق بالإضافة إلى أنه يمكن استعمال المقياس التخطيطي حتى بعد تغيير مقياس الخريطة نتيجة لتصغيرها أو تكبيرها بطرق التصوير الضوئي ، فهو يخضع لنفس التصغير و التكبير الذي تخضع له الخريطة لأنه جزء منها والمقياس التخطيطي نوعان :

- مقاييس خطية
- مقاييس شبكية

أ- المقياس الخطي Bar Scale or Graphic Scale

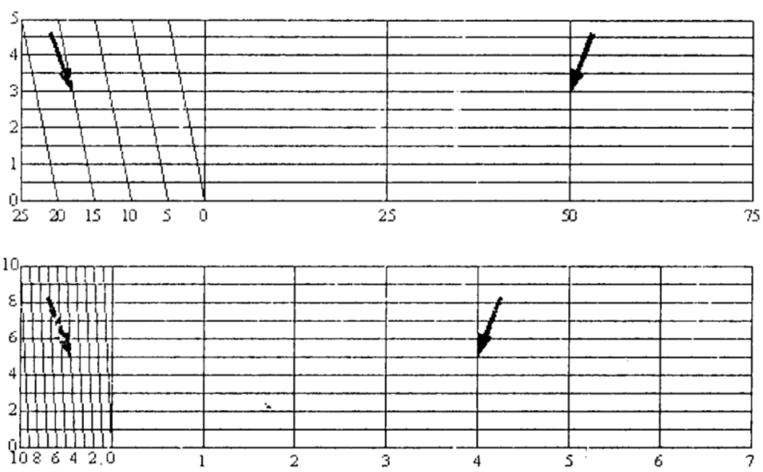
هو عبارة عن خط مدرج يرسم على أحد هوامش الخريطة ، عادة ما يكون الهامش السفلي بطول معين ويقسم إلى وحدات تكتب على الخط ويستعمل في إيجاد الأبعاد الحقيقية مباشرة بمقارنة الأبعاد المقروءة من الخريطة مع المقياس (الشكل ٣ . ٧)



الشكل ٣ . ٧ : أمثلة لمقاييس رسم خطية

ب- المقياس الشبكي Diagonal Scale

ويشبه في استخدامه إلى حد كبير المقياس الخطي ولكنه أكثر دقة حيث يمكن بواسطة قراءة أجزاء صغيرة لا يمكن قراءتها بالمقياس الخطي (الشكل ٣ . ٨)



الشكل ٣ . ٨ : مقاييس رسم شبكية

الخرائط المساحية واستعمالها

مقدمة

من أهم الواجبات الأساسية في علم المساحة هو عمل خرائط بمقاييس رسم مختلفة لتفى بأغراض كثيرة فعندما يشرع في رسم خريطة ما يجب أن يختار المقياس المناسب لغرض الخريطة ثم يرسم هيكل المنطقة مع بيان موضع النقط برسم دوائر عليها وتوقع على الخريطة الأبعاد والإحداثيات المأخوذة أثناء عملية التحشية .

وخرائط المساحة المستوية هما نوعان أساسيان :

- الخرائط الطبوغرافية
- الخرائط التفصيلية

وأنواع المقاييس المستخدمة عادة في الخرائط المساحية نوعان :

- مقاييس عددية
- مقاييس تخطيطية

العلاقة بين خطوط الخريطة وما يقابله في الطبيعة

قد يحدث أحياناً أن نوجد خط أو مساحة معينة من خريطة بمقياس رسم يختلف عن مقياس رسم الخريطة التي رسمت به . فإذا رمزنا لمقياس الرسم المرسوم به الخريطة م ١ والمقياس المطلوب م ٢ فيكون :

$$\text{الطول المطلوب} = \text{الطول المرسوم} \times \frac{م_1}{م_2}$$

$$\text{المساحة المطلوبة} = \text{المساحة المرسومة} \times \frac{م_1}{م_2}$$

مثال :

رسم خط بقياس ١ : ٢٥٠٠ ولكن عند قياسه استخدام مقياس ١ : ٢٠٠٠ فوجد أن طوله هو ٥٠٠ متر فما هو طوله الحقيقي وماذا يكون طوله على خريطة ١ : ٥٠٠٠ ؟

الحل :

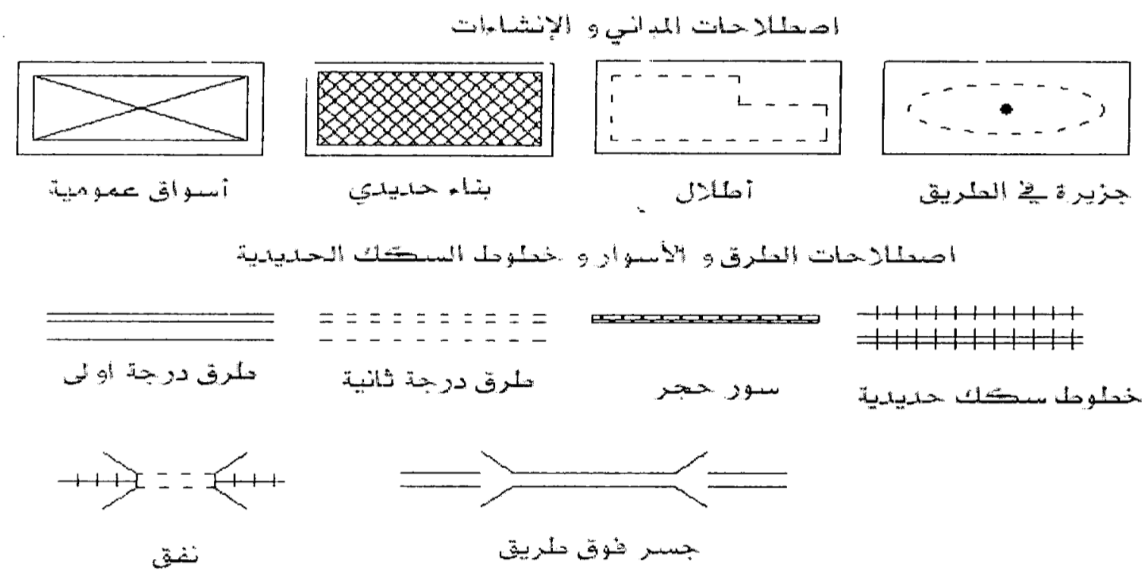
الطول الحقيقي = طول المرسوم × $\frac{م_1}{م_2}$

$= 500 \times \frac{2500 \times 1}{1 \times 3000} =$ ٦٢٥ متر

طول الخط في الخريطة = $\frac{625}{5000} \times 100 = 12.5$ سم

الإشارات والمصطلحات

حتى نستطيع توقيع وإبراز أكبر كمية ممكنة من المعلومات والتفاصيل على الخريطة لابد من اختيار طريقة سليمة وواضحة وسهلة التمييز للتعبير عن الأماكن المختلفة والمباني والإنشاءات وخطوط الحدود والجسور والطرق وغيرها . ولذلك لابد من معرفة هذه الاشارات والاصطلاحات التي وضعتها الهيئات المساحية في البلاد المختلفة ، حتى يمكن قراءة الخريطة وفهم ما تدل عليه بأسرع ما يمكن وتحوي الخرائط عادة (في ركن من أركانها) على جدول يبين الاصطلاحات الموجودة في الخريطة مدلولها والشكل ٣ . ٩ يبين بعض الاصطلاحات المتبعة في رسم الخرائط



الشكل ٣ . ٩ : بعض الاصطلاحات المتبعة في رسم الخرائط

إهداء

إلى صديق يفهم عند الثرثرة

إلى السعادة بكل مفاهيمها

حووودة **عبووود**

سيِّد **إمووو**

مساحة

قياس الزوايا والاتجاهات

الهدف: تعلم طرق قياس الزوايا والاتجاهات

القدرات المكتسبة :

عند اكتمال هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

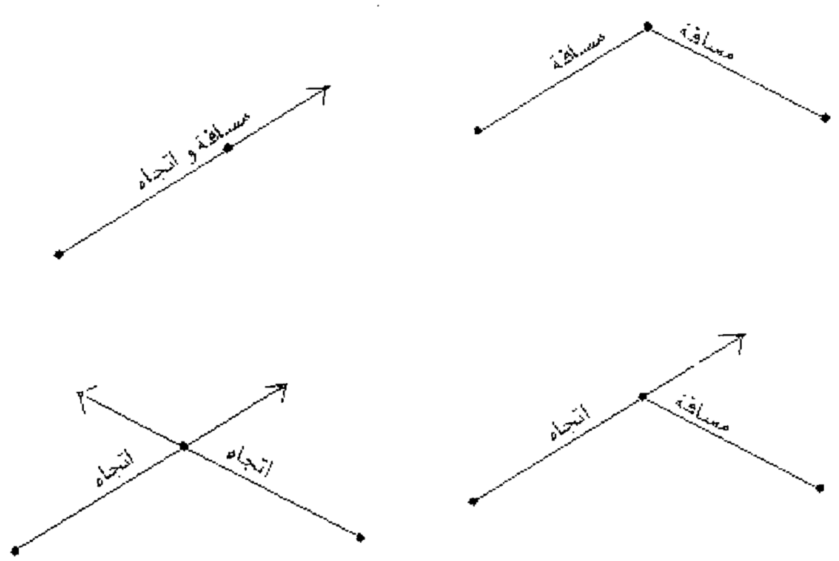
- اتجاه الخطوط
- الانحراف الدائري والربع الدائري
- الاتجاه الأمامي والخلفي
- كيفية حساب الإحداثيات عن طريق المركبات
- كيفية استعمال أجهزة قياس الزوايا

الوقت المتوقع للفصل : ٣ ساعات

مقدمة

يمكن تحديد موقع نقطة بواسطة قياس واحد مما يلي (الشكل ٤ . ١)

- اتجاهها ومسافتها من نقطة معلومة
- اتجاهها من نقطتين معلومتين
- مسافتها من نقطتين معلومتين
- اتجاهها من نقطة معلومة ومسافتها من نقطة معلومة أخرى



الشكل ٤ . ١ : تحديد موقع نقاط

تحديد الاتجاه يعني إيجاد قيمة الزاوية الواقعة بين النقطة المراد تحديدها ونقطة أخرى ثابتة أو إيجاد الزاوية بين النقطة المراد تحديدها واتجاه ثابت كالاتجاه الذي تتخذه الإبرة المغناطيسية مثلاً نحو الشمال المغناطيسي ويقصد بالزاوية بين نقطتين دوما الزاوية بين إسقاط هاتين النقطتين على مسطح أفقي تقع فيه النقطة الثالثة التي تقاس الزاوية عندها أعمال المساحة التي تتضمن قياس زوايا تكون مبنية على هيكل عام من الزاوايا والأضلاع يتكون من ترافرس مفتوح أو شبكة مثلثات

- ترافرس مقفل (Closed Traverse)

وهو سلسلة نقط محددة ومتصلة بحيث تكون نقطة البداية والنهاية واحدة ويستعمل في رفع المستنقعات والمباني والقرى

- ترافرس مفتوح (Open Traverse)

وهو سلسلة نقط محددة ومتصلة بحيث تكون نقطتا البداية والنهاية مختلفتين ويستعمل في رفع المناطق الطويلة الممتدة مثل الشواطئ والطرق

- شبكة مثلثات (Triangulation)

هي سلسلة نقط محددة وتؤلف فيما بينها مجموعة مثلثات بحيث تقاس فقط زوايا هذه المثلثات عدا مثلث واحد يقاس أحد أضلاعه بشكل دقيق

الاتجاهات الثابتة المعتمدة لتحديد زوايا

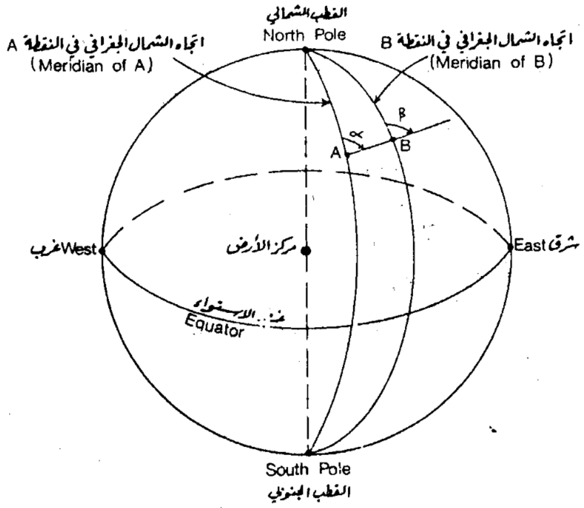
١- الاتجاه المغناطيسي Magnetic Meridian

وهو الاتجاه الذي تتخذه الإبرة المغناطيسية ، وهو المعتمد في أعمال قياس الزوايا بوساطة البوصلة المنشورة

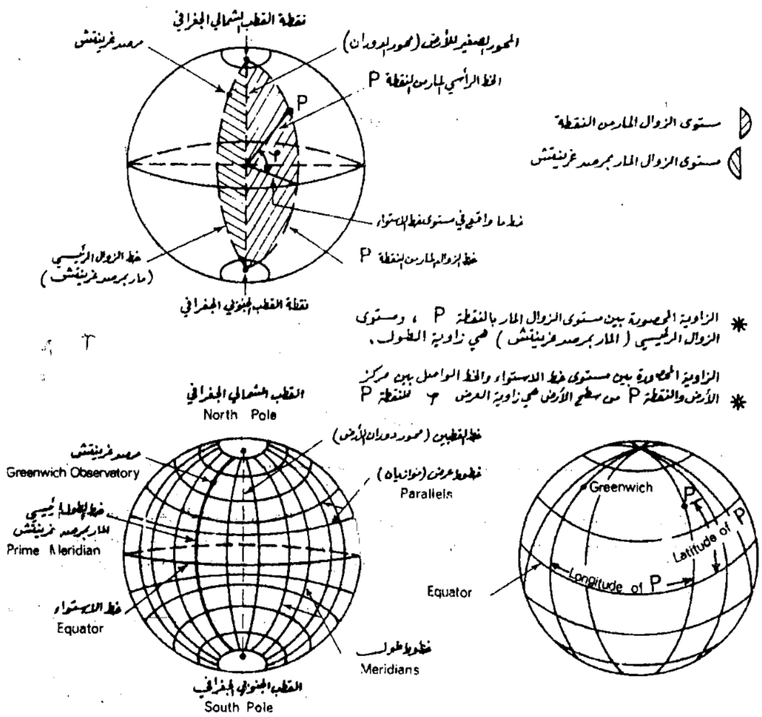
٢- الاتجاه الجغرافي Geographic Meridian

وهو الاتجاه المار بالشمال والجنوب الجغرافيين للأرض ، وهو المعتمد في رسم الخرائط عامة

(الشكل ٤ . ٢ ، والشكل ٤ . ٣)



الشكل ٤ . ٢ : اتجاه الشمال الجغرافي في نقطة ما من سطح الأرض



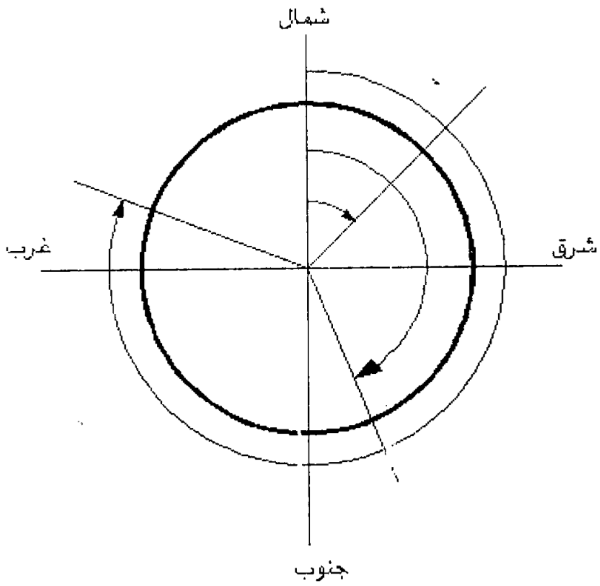
الشكل ٤ . ٣ : الإحداثيات الجغرافية

٣- الاتجاه المفترض Arbitrary or Assumed Meridian

وهو اتجاه مؤقت يمكن استعماله عند رسم بعض الخرائط ومن ثم ربطه بالشمال الجغرافي أو الشمال المغناطيسي

طرق تعيين الاتجاهات

- الانحراف الدائري Azimuth



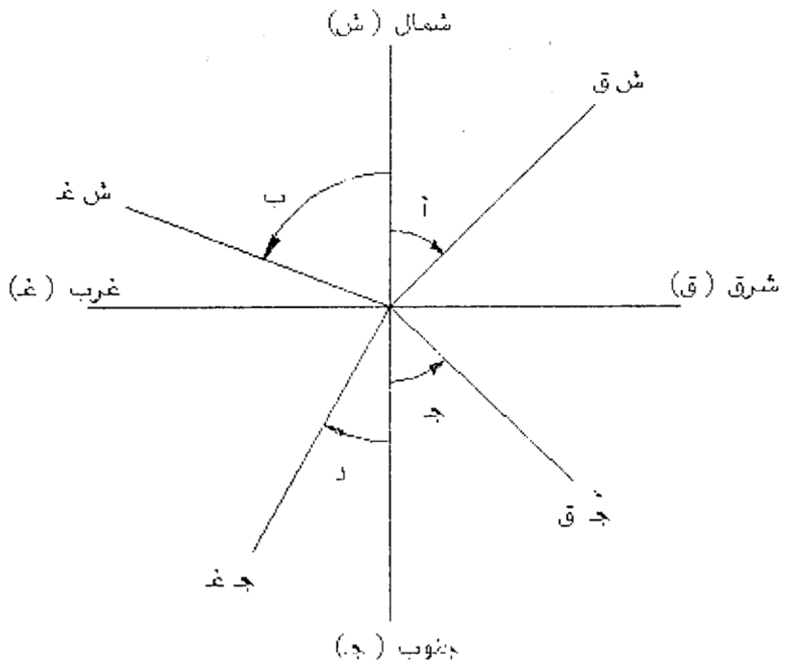
الشكل ٤ . ٤ : الانحراف الدائري

يقاس الانحراف من خط الشمال (أو خط الجنوب) الذي يعتبر صفراً . ثم تتزايد الزاوية في اتجاه عقرب الساعة حتى تصل إلى ٣٦٠ درجة ويكون الانحراف بين صفر و ٣٦٠ درجة (الشكل ٤ . ٤)

- الانحراف الربع دائري Bearing

فيه تقسم دائرة الأفق إلى أربعة أقسام تحدد بخط شمال – جنوب وخط شرق – غرب (الشكل ٤ . ٥) وتقرأ الزاوية في القسمين العلويين من خط الشمال حتى ٩٠ درجة باتجاه الشرق أو الغرب وفي القسمين السفليين يقرأ الانحراف

حتى ٩٠ درجة من الجنوب باتجاه الشرق أو الغرب وتعطي قيم الزوايا على النحو التالي : (قيمة قصوى لكل منها ٩٠ درجة)



الشكل ٤ . ٥ : الانحراف الربع الدائري

زاوية إ : ش ق

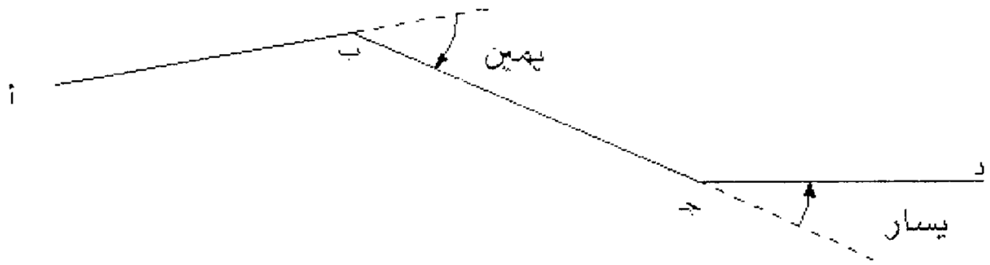
زاوية ب : ش غـ

زاوية جـ : جـ ق

زاوية د : جـ غـ

والملاحظ بأن : الشمال أعطى حرف " ش " والجنوب حرف " جـ " والشرق حرف " ق " والغرب حرف " غـ "

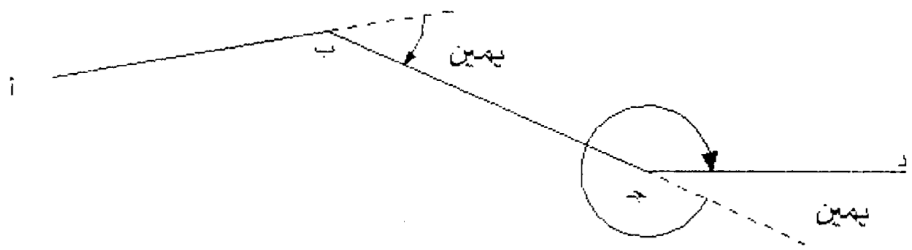
- زاوية انكسار الخط Deflection Angle



الشكل ٤ . ٦ : زاوية انكسار الخط

هي الزاوية بين امتداد خط عبر نقطة والخط المنطلق من النقطة ونذكر قيمة الزاوية مع ذكر يسار أو يمين وفق اتجاه الخط المنطلق من النقطة (الشكل ٤ . ٦)

- زاوية نحو اليمين Angle to the Right



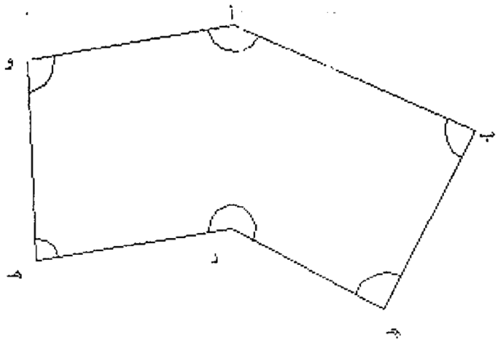
الشكل ٤ . ٧ : زاوية نحو اليمين

هي الزاوية بين الخط الذي يسبق النقطة المقاس عندها الزاوية والخط الذي يتبع هذه النقطة على أن تقاس الزاوية هذه دائماً باتجاه عقرب الساعة (الشكل ٤ . ٧)

- الزوايا الداخلية لترا فرس Interior Angle

هي الزوايا المحصورة ضمن شكل هندسي متعدد الزوايا (الشكل ٤ . ٨) ويجب أن يكون مجموع الزوايا الداخلية لأي ترا فرس مساوياً للتالي : ١٨٠ درجة (هـ – ٢)

حيث هـ – تمثل عدد أضلاع الترا فرس

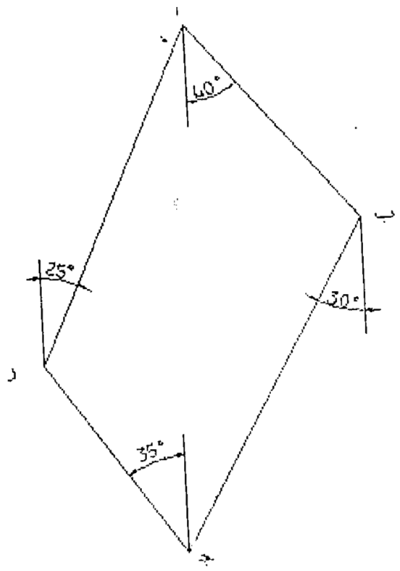


الشكل ٤ . ٨ : الزوايا الداخلية لترا فرس

أمثلة :

مثال ١ : أوجد الانحراف الدائري لأضلاع الترا فرس إ د من الانحرافات الربع دائرية التالية (الشكل ٤ . ٩)

الضلع	الانحراف	الربع الدائري
أب	جـ	٤٠ درجة ق
ب جـ	جـ	٣٠ درجة غ
جـ د	ش	٣٥ درجة غ
د أ	ش	٢٥ درجة ق



الشكل ٤ . ٩ : الترا فرس

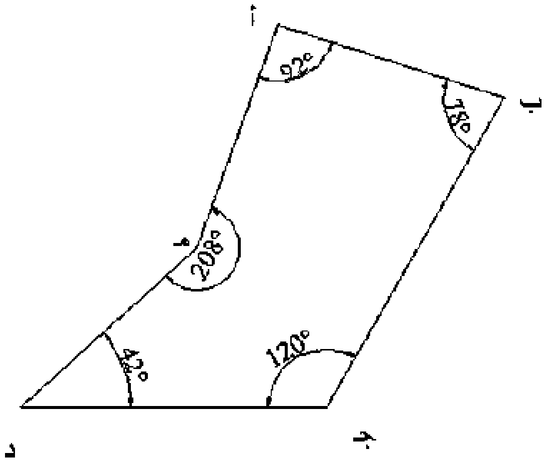
الانحراف الدائري للضلع أ ب = ١٨٠ – ٤٠ = ١٤٠ درجة

الانحراف الدائري للضلع ب جـ = ١٨٠ + ٣٠ = ٢١٠ درجة

الانحراف الدائري للضلع جـ د = ٣٦٠ – ٣٥ = ٣٢٥ درجة

الانحراف الدائري للضلع د هـ = ٢٥ درجة

مثال ٢ : يبين الجدول التالي الزوايا الداخلية لترا فرس إ ب ج د هـ (الشكل ٤ . ١٠) المسمى باتجاه الساعة .
المطلوب إيجاد الانحراف الدائري لجميع أضلاع الترا فرس مع العلم بأن الانحراف الدائري للضلع إ ب هو ١١٠ درجة



الشكل ٤ . ١٠ : الترافرس

الزاوية الداخلية

أ	٩٢ درجة
ب	٧٨ درجة
جـ	١٢٠ درجة
د	٤٢ درجة
هـ	٢٠٨ درجة

الحل :

انحراف الضلع أ ب = ١١٠ درجة

قيمة الزاوية ب١ = ١٨٠ – ١١٠ = ٧٠ درجة

قيمة الزاوية ب ٢ = ١٨٠ – ٧٠ – ٧٨ = ٣٢ درجة

انحراف الضلع ب جـ = ١٨٠ + ٣٢ = ٢١٢ درجة

قيمة الزاوية جـ ١ = ١٢٠ – ٣٢ = ٨٨ درجة

انحراف الضلع جـ د = ٣٦٠ – ٨٨ = ٢٧٢ درجة

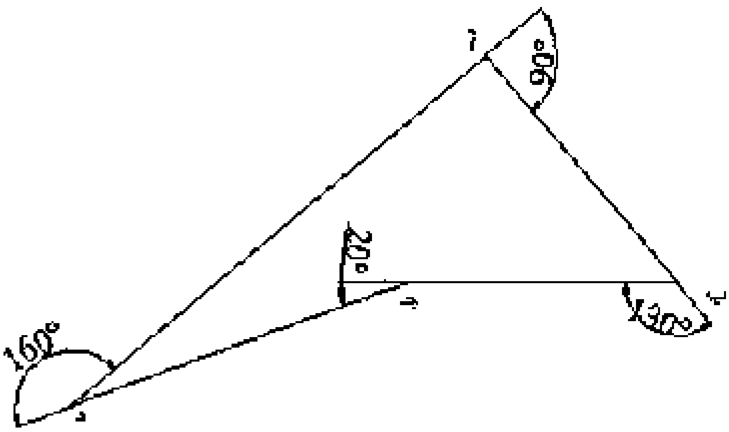
انحراف الضلع د هـ = (١٨٠–٨٨) – ٤٢ = ٥٠ درجة

قيمة الزاوية هـ١ = ٢٠٨ – ٥٠ = ١٥٨ درجة

انحراف الضلع هـ ١ = ١٨٠– ١٥٨ = ٢٢ درجة

مثال ٣ : يبين الجدول التالي انكسار خطوط أضلاع الترافرس إ ب جـ د (الشكل ٤ . ١١) المطلوب إيجاد قيمة الزوايا نحو اليمين وقيمة الزوايا الداخلية للترافرس

زاوية انكسار الخط	
أ	٩٠ درجة يمين
ب	١٣٠ درجة يمين
جـ	٢٠ درجة يسار
د	١٢٠ درجة يمين



الشكل ٤ . ١١ : الترافرس

الزوايا نحو اليمين :

أ= ٩٠ درجة

ب = ١٣٠ درجة

جـ = ٣٦٠–٢٠= ٣٤٠ درجة

د = ١٦٠ درجة

الزوايا الداخلية للترافرس :

أ = ١٨٠ – ٩٠ = ٩٠ درجة

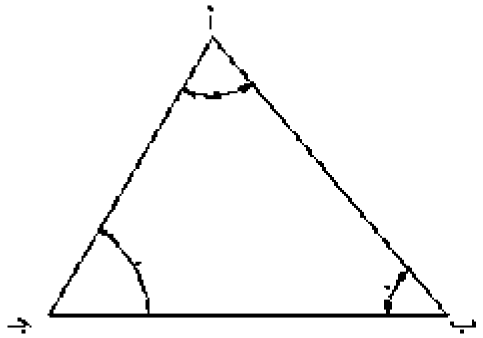
ب = ١٨٠ – ١٣٠ = ٥٠ درجة

جـ = ١٨٠ + ٢٠ = ٢٠٠ درجة

أ= ١٨٠ – ١٦٠ = ٢٠ درجة

مثال ٤ : في المثلث أ ب جـ (الشكل ٤ . ١٢) ، أوجد قيمة الزوايا الداخلية إ إذا علمت أن قيمة الزاويتان ب ، جـ هي $28°\,40'\ \ 30''$ و $48°\,27'\ \ 45''$.

الحل :



الشكل ٤ . ١٢ : مثلث

قيمة الزاويتان ب و جـ تساوي :

$$28°\,40'\ \ 30''$$
$$48°\,27'\ \ 45''$$

$$112°\ \ 68'\ \ 75''$$

أو

أ = $180° - 112°\ \ 8'\ \ \ 15''$

أجهزة قياس الزوايا

فيما يلي لائحة بأهم أجهزة قياس الزوايا وتحديدها

١- البوصلة (Compass)

أصبح استعمال البوصلة أمراً شائعاً إذ تستخدم في مجالات مختلفة ولأغراض متعددة كما أنها تصنع أيضا على أشكال متنوعة ومنها البسيط ومنها المعقد .

أ) أجزاء البوصلة الأساسية :

تتكون من ثلاثة أجزاء : إبرة مغناطيسية *Magnetic Needle* وقرص دائري *Graduated Circle* وعلامات تسديد *Sighting Marks*

ب) أشكال البوصلة *Sighting marks*

هناك نوعان رئيسيان يغلب استعمالهما وهما :

- بوصلة المساح *Surveyor's Compass*
- البوصلة المنشورة *Prismatic Compass*

➤ بوصلة المساح *Surveyor's Compass*

تتكون بوصلة المساح من الأجزاء التالية :

- محفظة أو صندوق البوصلة مثبتاً في وسطها حامل رأسي يعلوه رأس مخروطي مدبب ترتكز عليه إبرة مغناطيسية بالإضافة إلى قرص دائري مدرج بالدرجات (أو أنصاف الدرجات) وغطاء زجاجي يغطي سطح المحفظة فيحمي الإبرة ويمنع تسرب الغبار والرطوبة إلى الداخل .
- علامتان للتسديد مثبتتين في وضع رأسي على طرفي المحفظة وتحوي كل منهما على شق رأسي يساعد في تحديد خط النظر (رصد الهدف أو النقطة)
- اثنان من موازين التسوية (*Two Levels*) مثبتان بحيث يكون امتداد محوري الميزانين متعامدين مع بعض

- قاعدة معدنية يرتكز على سطحها العلوي المحفظة وموازين التسوية وعلامتا التسديد كما تتصل هذه القاعدة من أسفلها بمجموعة براغي وأدوات وصل هذه القاعدة من أسفلها بمجموعة براغي وأدوات وصل ليتم بحامل إذا أريد ذلك .

– طريقة استخدام بوصلة المساح

امتداد الخط (من الجهتين) الواصل بين رمز اتجاه الشمال المثل هنا بالسهم الأسود على القرص الدائري المدرج ورمز الجنوب المثل بالحرف S ينطبق على تدريجي الصفر على القرص الدائري وأنه أيضا يتوافق مع اتجاه خط النظر (أي أن خط الشمال – الجنوب على القرص الدائري يقع ضمن المستوى الرأسي المار بمحوري علامتي التسديد الأمامية والخلفية) امتداد خط الشرق – الغرب من الجهتين يمر بالتدريج ٩٠ ^{o} على القرص الدائري إذن يكفى لتحديد اتجاه خط ما AB أو انحراف ذلك الخط على الشمال المغناطيسي ، أن نقوم بالخطوات التالية :

- نثبت البوصلة بحيث يكون صندوق الإبرة في وضع أفقي (بالاستعانة بموازين التسوية) و مركز الصندوق يقع رأسياً فوق النقطة A ثم نلف صندوق البوصلة إلى أن يتقاطع خط النظر (المار بمحوري علامتي التسديد) بالنقطة B (نهاية الخط)
- نقرأ رقم التدريج على امتداد الإبرة المغناطيسية من جهة الشمال فيكون معبراً عن مقدار الاتجاه الربع الدائري أو المختصر لذلك الخط .
- أخيراً لتحديد ربع الدائرة الذي يقع فيه الخط يكفي أن نلاحظ رمزي الاتجاهين الواقعين على يمين ويسار الإبرة المغناطيسية فإن كان على سبيل المثال أحد الرمزين S (جنوب) والآخر (W) غرب وكان مقدار التدريج الذي تشير إليه الإبرة ٦٠ ^{o} فإن اتجاه ربع الدائري للضلع يكون W ٦٥^o S .

➤ البوصلة المنشورة *Prismatic Compass*

تتكون البوصلة المنشورة من الأجزاء التالية :

- محفظة أو علبة (*Compass Box*) نحاسية أسطوانية الشكل قطرها يتراوح بين ٦ – ١٥ سم يغطيها قرص زجاجي يمنع تسرب الغبار والرطوبة ويسمح برؤية التدريجات على قرص دائري في قعر العلبة .
- حامل رأسي يعمل كمحور ارتكاز *Pivot* في مركز يعلوه سن مدبب ترتكز عليه إبرة مغناطيسية يمكنها أن تدور حوله بحرية .
- قرص دائري *Compass* ، هذا القرص مدرج بالدرجات وبأنصاف الدرجات التدريجات تبتدئ بالصفر عند القطب الجنوبي للإبرة وتتزايد باتجاه دوران عقارب الساعة فتبلغ ٩٠ ^{o} عند الغرب و ١٨٠ ^{o} عند الشمال و

٢٧٠° عند الشرق و ٣٦٠° عند القطب الجنوبي ذاته يلاحظ أنه نظراً للاتصال المعدني الوثيق بين الإبرة والقرص المدرج فإن القطب الجنوبي للإبرة يبقى منطبقاً على الصفر والقطب الشمالي للإبرة يبقى منطبقاً على ١٨٠° مهما دارت العلبة أو القرص .

- موشور *Prism* ثلاثي زجاجي مغلق بصفائح نحاسية ومتصل مفصلياً بقطعة معدنية مثبتة في جدار العلبة الخارجي .
- علامة أو لوحة تسديد *Object Vane* رأسية في وسطها فتحة طويلة .
- فقاعة تسوية *Leveling Bubble* يستعان بها لجعل العلبة وبالتالي الإبرة في وضع أفقي عند الرصد .

– طريقة استخدام البوصلة المنشورة

لقياس الاتجاه الدائري الكلي *Whole Circle Bearing or Azimuth* لخط ما AB، نتبع الخطوات التالية (على أساس أن خط الشمال المغناطيسي هو خط الاتجاه المرجعي *Reference Meridian* نثبت البوصلة في اليد أو على حامل شريطة أن يكون مركز البوصلة رأسياً فوق نقطة بداية (A) المراد تحديد زاوية انحرافه عن اتجاه الشمال المغناطيسي .

توضع فقاعة التسوية وسط مجراها وضع المنشور الثلاثي وكذا علامة التسديد في وضع رأسي ثم يعدل وضع المنشور إلى أن يتم من خلاله رؤية التدريجات بوضوح تام . نرصد الهدف أو نقطة نهاية الخط المراد تعيين انحرافه عن خط الشمال المغناطيسي من خلال الشق أو الفتحة الطولية الواقعة فوق المنشور الثلاثي .

نحتاج هنا إلى تدوير صندوق البوصلة إلى أن يصبح الشاخص المغروس رأسياً في نقطة نهاية الخط (B) و الشعرة أو السلك الرفيع المشدود على محور علامة التسديد على خط واحد . ثم من خلال المنشور الثلاثي نلاحظ ونسجل القراءة الوقعة على امتداد الشعرة المثبتة وفق محور لوحة التسديد إن هذه القراءة تمثل الاتجاه الدائري الكلي للخط AB ونلاحظ أن رصد الهدف وقراءة زاوية الانحراف تتم في وقت واحد .

٢– اللوحة المستوية *Plane Table*

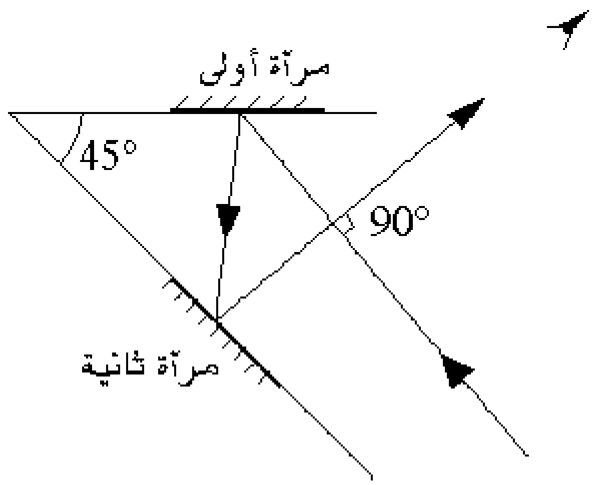
يتألف هذا الجهاز من لوحة أفقية عليها ورقة رسم تثبت اللوحة عند رأس الزاوية المراد معرفتها يرسم على الورقة خط مواز للخط المتجه نحو أحد ضلعي الزاوية ثم يرسم خط ثاني باتجاه الضلع الثاني تكون الزاوية بين الاتجاهين هي الزاوية المرسومة على الورقة .

٣- السكستان *Sextant*

يستعمل هذا الجهاز بالدرجة الأولى في المسح المائي بأخذ زوايا من مركب متحرك وذلك لتمكن هذا الجهاز من قياس زوايا في أي مسطح كان دون الحاجة لأن يكون هذا المسطح أفقياً . وهو أدق جهاز لقياس الزوايا باليد بحيث يمكن استعماله أيضا في بعض الأعمال الاستكشافية على الأرض .

٤- المثلث المرئي *Optical Square*

هذا الجهاز مؤلف من مرآتين (الشكل ٤ . ١٣) الزاوية بينهما تساوي ٤٥ درجة ، موضوعتين في علبة مقفلة فإذا وقع شعاع ضوء على إحداهما فإن هذا الشعاع ينعكس من المرآة الأولى للثانية ثم ينعكس مرة أخرى من المرآة الثانية بحيث يكون الشعاع المنعكس نهائياً من الجهاز متعامداً على الشعاع القادم أصلاً للمرآة الأولى وعليه فإن الناظر للمرآة يرى دائماً باتجاه متعامد على الخط الواصل بينه وبين الجهاز .



الشكل ٤ . ١٣ : طريقة عمل المثلث المرئي

لإنشاء خط متعامد على الخط أ ب ، أحمل الجهاز فوق النقطة إ و أنظر خارج الجهاز نحو شاخص عند ب أطلب من شخص أن يحمل شاخصاً آخر باتجاه متعامد تقريباً على أ ب دعه يتحرك حتى تتمكن من رؤيته خلال الجهاز وليكن ذلك عند نقطة ج مثلاً عندها يكون اتجاه أ ج متعامداً على اتجاه أ ب يلاحظ بأن المثلث المرئي هو جهاز لتحديد زوايا قائمة فقط وهو بخلاف الأجهزة المذكورة أعلاه لا يمكن من قراءة زاوية وهو يستعمل بكثرة عند المسح بالشريط لإنشاء أعمدة بدقة وبسرعة .

٥- جهاز المزواة (جهاز الثيودوليت)

يعتبر جهاز الثيودوليت من أدق الأجهزة في قياس الزوايا الأفقية والرأسية حيث تصل دقة بعض أنواع الثيودوليت إلى جزء من عشرة من الثانية وتصنف أجهزة الثيودوليت بصورة عامة إلى نوعين رئيسيين هما :

- الترانزيت *Transit* وتسمى أحيانا بالثيودوليت ذو الورنية لأن قراءة الزوايا تتم على دائرة خارجية مزودة بورنية .
- الترانزيت الحديث (الترانزيت الأوربي)

وهو الأكثر شيوعاً والأكثر استعمالاً الشكل ٤ . ١٤ يبين نوع من أنواع الثيودوليت



الشكل ٤ . ١٤ : الثيودوليت من نوع METLAND FET 110

على العموم يتكون جهاز التيودليت من ثلاثة أجزاء هي الجزء العلوي ، القاعدة ، ووسط الجهاز

- الجزء العلوي من الجهاز

يسمى العضادة (Alidade) ويشمل على :

- الدائرة المدرجة التي تعطي قراءات الزوايا الرأسية
- المقراب (المنظار أو التلسكوب)
- حامل المنظار
- المسواة

- منظار القراءة (المنظار المجهري) التي تتم بواسطته قراءة الزوايا المرصودة من خلال نافذتين : الأولى تعطي قراءة الزاوية الرأسية ويرمز لها بالرمز V اي رأسي (Vertical) والثانية تعطي قراءة الزاوية الأفقية ويرمز لها بالحرفين (Hz) اي الأفقي (Horizontal) .

– القاعدة

هي الجزء السفلي من الجهاز الذي يستند على قاعدة الحامل الثلاثي وبه براغي التسوية الثلاثة التي يمكن بواسطتها ضبط الجهاز أي تسطيحه وجعله في وضع أفقي تماماً باستعمال المسواة .

– وسط الجهاز

يشمل على :

- الدائرة المدرجة الأفقية
- العدة الثاقولية أو الثاقول البصري (Optical Plummet) والتي يتم بواسطتها وضع الجهاز متسامتا على نقطة القياس .

وللثيودوليت محوران متعامدان ، هما المحور الرأي والمحور الأفقي حيث يدور المنظار في المستوى الرأسي حول المحور الأفقي وتدور معه الدائرة المدرجة الرأسية لتعطي الزوايا الرأسية ، كما يسمح المحور بالدوران في مستوى أفقي فتدور حول الدائرة الأفقية المدرجة لتعطي الزوايا الأفقية .

- ضبط التيودوليت

يتلخص ضبط التيودوليت على النحو التالي :

١– يثبت الثيودوليت على قاعدة الحامل الثلاثي بحيث يكون في الوسط تماما حتى يكون هناك مجال لتحريكه على القاعدة في جميع الاتجاهات ، وتضبط براغي التسوية بحيث تكون ثلاثتها في مستوى واحد .

٢– يوضع الجهاز أعلى النقطة بحيث تشكل أرجل الحامل الثلاثة مثلث متين وبحيث تكون قاعدة الحامل في وضع أفقي بقدر الإمكان .

٣- يستعمل المنظار الثاقولي (العدسة الثاقولية) لوضع الجهاز أعلى النقطة تماماً وهذا ما يعرف بعملية التسميت .

٤- توجه المسواة الأنبوبية إلى كل رجل من الأرجل الثلاثة للحامل وتحرك الرجل أعلى وأسفل إلى أن تتحرك فقاعة المسواة إلى منتصف الأنبوب تقريباً

٥- يفك مسمار التثبيت في الحامل قليلاً ويحرك الجهاز من خلال العدسة الثاقولية إلى أن يتم تسميت الجهاز مرة أخرى ثم يقفل مسمار التثبيت .

تستعمل براغي التسطيح لتسطيح الجهاز

١- يتم بعد ذلك التأكد من التسميت والتأكد من تطابق شعرتي المنظار الثاقولي مع النقطة

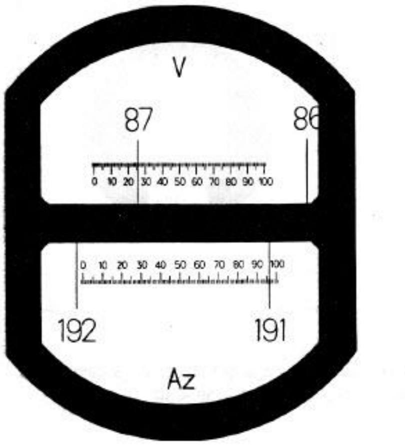
٢- بعد إتمام عملية التسميت والتسطيح يكون الثيودوليت جاهزاً للقراءة فيتم التوجيه إلى الهدف وتوضح الرؤية وتعدل مرآة توضيح القراءة وتؤخذ القراءة

- طريقة القراءة بالثيودوليت

بالنظر من خلال منظار القراءة في الثيودوليت (الشكل ٤ . ٥١)يؤخذ نافذتين :

- الأولى لقراءة الزوايا الرأسية (V)
- الثانية لقراءة الزوايا الأفقية (Az)

وحتى لا يحدث تشابه بين القراءتين فإنه في الكثير من الأجهزة تكون إحدى النافذتين ملونة باللون الأصفر ليسهل التمييز بينهما وتختلف قراءة الجهاز سب دقة الجهاز نفسه ومن خلال الشكل يمكن قراءة ٨٧,٢٥ درجة مئوية للزاوية الرأسية ، ١٩١,٩٦ درجة مئوية بالنسبة للزاوية الأفقية .



الشكل ٤ . ١٥ : قراءة الزوايا في الثيودوليت ويلد Wild

(القراءة بالدرجات المئوية)

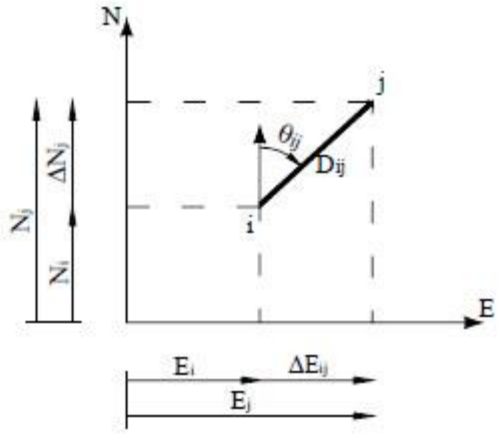
- مصادر الأخطاء في أعمال الثيودوليت

تنتج أخطاء عند استعمال المزواة (الثيودوليت) وقد تكون هذه الأخطاء في الجهاز أو أخطاء شخصية أو أخطاء طبيعية فأخطاء الجهاز تحدث عندما يكون الجهاز محتاج إلى تعديل نتيجة لسوء استعماله على سبيل المثال عندما تكون المحاور الرأسية غير متعامدة على المحاور الأفقية ، أو أن المسواة لا تعطي الوضع الأفقي تماماً أو تكون شعيرة القراءة في المنظار قد انحرفت عن وضعها الصحيح ويمكن للمساح تصحيح بعض أخطاء الجهاز دون الرجوع إلى مساعدة فنية متخصصة . مما يمكن التقليل من تأثير هذه الأخطاء بضبط الجهاز قبل استعماله واتباع الطرق الصحيحة في الأعمال الحقلية .

٥- حساب الاحداثيات Calculation of Coordinates

من المسافة الأفقية وزاوية الانحراف عن الشمال (الشكل ٤ . ١٦) يمكن حساب فرق الاحداثيات بين النقاط وعادة في المضلعات ، تكون أضلاع المضلع معروفة وكذلك الزوايا المحصورة بينها ومنها تحسب انحرافات الأضلاع ويتم حساب الإحداثيات باستخدام القوانين التالية :

$$\begin{Bmatrix} \Delta E_{ij} = D_{ij} \operatorname{Sin} \theta_{ij} \\ \Delta N_{ij} = D_{ij} \operatorname{Cos} \theta_{ij} \end{Bmatrix}$$



الشكل ٤ . ١٦ : المسافة الأفقية وزاوية الانحراف عن الشمال

$$\begin{Bmatrix} E_j = E_i + \Delta E_{ij} \\ N_j = N_i + \Delta E_{ij} \end{Bmatrix}$$

حيث أن :

E_i هي الإحداثي الشرقي للنقطة i

N_i هي الإحداثي الشمالي للنقطة i

E_j هي الإحداثي الشرقي للنقطة j

N_j هي الإحداثي الشمالي للنقطة j

θ_{ij} هي الإحداثي الكلي للنقطة ij

D_{ij} هي المسافة الأفقية بين i و j

كذلك :

$$D_{ij} = \left[\Delta E_{ij}^2 + \Delta N_{ij}^2 \right]^{1/2}$$

$$\theta_{ij} = \tan^{-1} \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}}$$

إهداء

إلى حسن الختام

وبداية الكلام

إلى الدنيا وما فيها

إلى أمنية تجاوز الكلام تعريفها

إلى "نعمة "عجز اللسان عن شكرها

إلى زوجتي وأولادي

مساحة

الميزانية

الهدف : تعلم عملية قياس الأبعاد الرأسية للنقط على الأرض وكيفية حسابها واستخدامها في إيجاد خطوط الكنتور

القدرات المكتسبة :

عند اكتمال هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- التسوية المثلثية
- التسوية بالميزان
- تطبيقات التسوية
- كيفية إيجاد خطوط الكنتور

الوقت المتوقع للفصل : ٣ ساعات

الوسائل المساعدة :

- مبادئ عامة في الرياضيات
- مبادئ عامة في الرسم

مقدمة :

الميزانية هي عملية مساحية لقياس الأبعاد الرأسية للنقط على الأرض ويتم إيجاد البعد الرأسي بين النقاط إما بالمقارنة بالنسبة لمستوى ثابت يطلق عليه اسم مستوى المقارنة وتعتبر الميزانية من أهم الأعمال المساحية بالنسبة للمهندسين وتعتبر أساس لكل المشروعات الهندسية إن كانت مدنية ، معمارية أو جيولوجية ، وكذلك للأعمال الخرائطية ومن أهم أنواع الميزانية نجد :

الميزانية المثلثية Trigonometric Leveling

الميزانية الشبكية Checkerboard Leveling

الميزانية الفرقية Differential Leveling

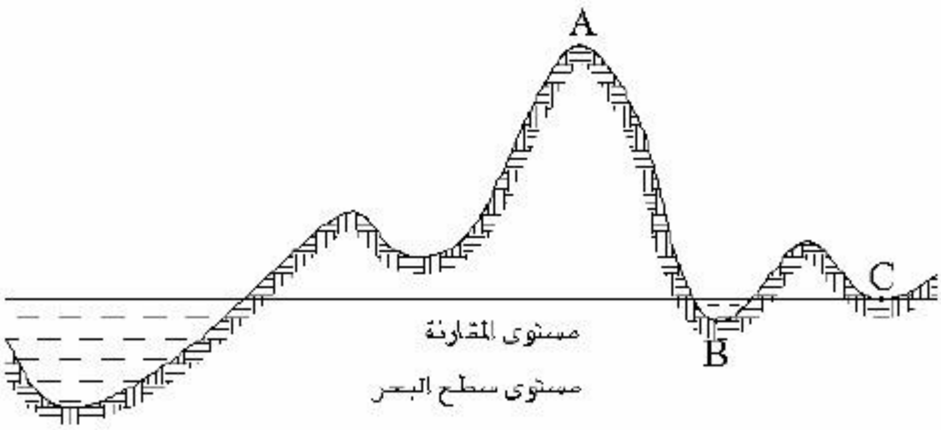
تعاريف أساسية

- الميزانية : هي فرع من فروع المساحة وتتخصص في قياس الأبعاد الرأسية بين مختلف النقاط على سطح الأرض ثم مقارنة ارتفاعات هذه النقط وانخفاضاتها بالنسبة لبعضها أو بالنسبة لمستوى المقارنة .
- مستوى المقارنة : على العموم يكون مستوى المقارنة هو متوسط مستوى سطح البحر متواصلاً افتراضياً تحت القارات وبما أن جاذبية سطح البحر تزيد قيمتها كلما اتجهنا إلى الشمال وتقل كلما اتجهنا نحو الاستواء فإن كل دول العالم تتخذ منسوب سطح البحر أو المحيط المحدد لها كمنسوب لسطح المقارنة (الشكل ٥ . ١)



الشكل ٥ . ١ : يبين سطح البحر كمنسوب لسطح المقارنة

- منسوب النقطة : هو البعد الرأسي بين النقطة على سطح الأرض وبين مستوى المقارنة ويكون المنسوب موجب إذا كانت النقطة فوق مستوى المقارنة وسلباً إذا كانت تحت مستوى المقارنة وبالتالي فإن النقط ذات منسوب صفر هي النقط الموجودة على امتداد مستوى سطح البحر (الشكل ٥ . ٢)



الشكل ٥ . ٢ : منسوب النقطة

منسوب النقطة A موجب

منسوب النقطة B سالب

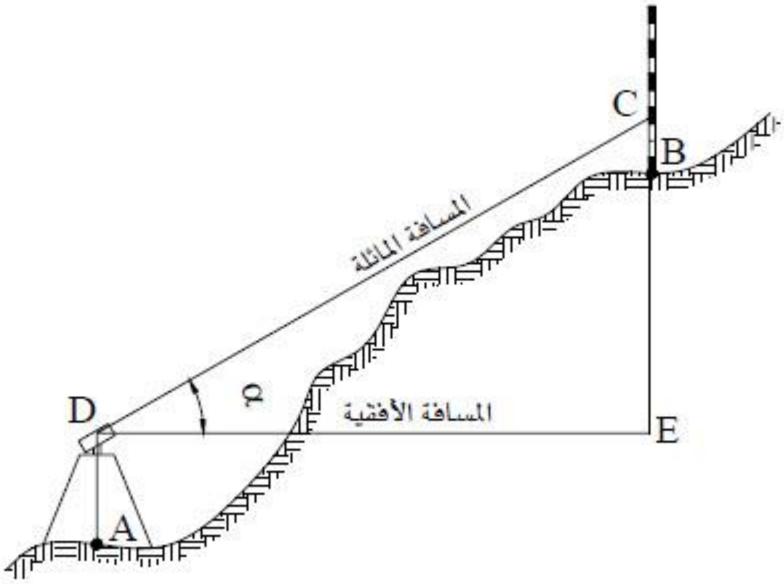
منسوب النقطة C صفر

- علامات الميزانية : Bench Marks

هي نقط ثابتة على سطح الأرض ويتم تحديد مناسيبها بدقة عالية وتكون مرجعاً لتحديد مناسيب نقط أخرى في الأعمال المساحية والهندسية التي تقع بالقرب من علامات الميزانية ولك دون الرجوع إلى مستوى سطح البحر وهذه النقاط هي عبارة عن علامات معدنية مثبتة في الأرض وهذه العلامات مسجلة لدى مصلحة المساحة وبالرجوع إليها يمكن الحصول على كشف يبين كيفية الوصول على كل منها .

التسوية المثلثية

يحسب الفرق في الأبعاد الرأسية بين أي نقطتين بقياس الزاوية الرأسية من إحدى النقطتين على النقطة الأخرى وبمعرفة إما المسافة المائلة أو المسافة الأفقية الفاصلة لبن النقطتين ثم يتم حساب الفرق في الارتفاع بتطبيق قوانين حساب المثلثات (الشكل ٥ . ٣)



الشكل ٥ . ٣ : يبين حساب الفرق في الارتفاع

DE : مسافة أفقية

CE : مسافة رأسية $CE = DC \sin \alpha$

الفرق بين منسوبي A و B يساوي : $AB=AD+CE-BC$

AB : ارتفاع آلة القيس فوق النقطة A

BC : الارتفاع فوق النقطة B يمكن قياسه بإحدى أدوات قيس المسافات .

تبقى هذه الطريقة محدودة وذلك لمسافات أفقية لا تتعدى حوالي ٣٠٠ متر .

مثال :

تم رفع المسافة المائلة بالميزان وسجلنا ٥٠,٦٠ متر وزاوية مقدارها ٣٠° أوجد منسوب النقطة B علماً أن منسوب النقطة A يساوي ٢٤٥,٠٠ ، ارتفاع آلة القيس تساوي ١,٤٠ متر والارتفاع على القامة يساوي ٢,٣٥ متر .

DC = 50.25 m

$= 30° \propto$

AD = 1.40 m

BC = 2.35 m

$CE = DC \sin \propto$

$CE = 50.60 \sin(30°) = 25.30$ m

AB = AD + CE – BC

AB = 1.40 + 25.30 -2.35 = 24.35 m

ونتحصل على منسوب النقطة B

٢٤٥,٠٠ + ٢٤,٣٥ = ٢٦٩,٣٥ متر

التسوية بالميزان

التسوية بالميزان تعتبر من أهم العمليات المساحية في الأعمال المتعلقة بدراسة سطح الأرض وكذلك في المشاريع الهندسية والأعمال الخرائطية . ومن أهم أعمال التسوية بالميزان نجد :

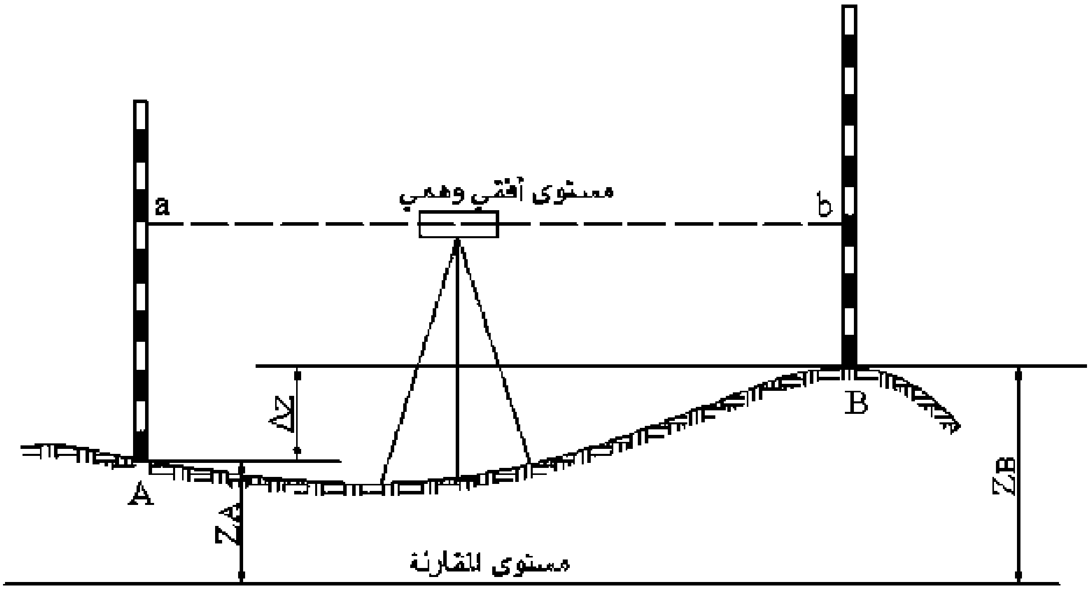
الميزانية الفرقية أو الطولية

الميزانية العرضية

الميزانية الشبكية

- مبادئ التسوية بالميزان

يتم قياس الفرق في الارتفاع بين نقطتين أو إيجاد البعد الرأسي بينهما بتكوين مستوى أفقي وهمي يقطع قامتين (مسطرتين طويلتين مدرجتين) موضوعتين على النقطتين والفرق بين قراءتي القامتين هو الفرق في الارتفاع بين النقطتين (الشكل ٤,٥)



الشكل ٤,٥ : يبين الفرق في الارتفاع بين النقطتين

نفرض على سبيل المثال نقطتين A وB نبحث عن الفرق في الارتفاع بينهما نضع قامتين لهما نفس المواصفات على النقطتين وباستعمال الميزان نكون مستوى أفقي وهمي موازي لمستوى المقارنة ويقطع القامات في b و a

A : هي القراءة تمثل المسافة Aa

b : هي القراءة تمثل المسافة Bb

ونستطيع استنتاج ما يلي :

الفرق في الارتفاع $b-a = \Delta z$

منسوب B = منسوب $A + a - b$

$Z_B = Z_A + a - b$

- الميزان
- يتكون الميزان من ثلاثة أعضاء رئيسية وهي (الشكل ٥,٥)



الشكل ٥,٥ : الميزان من نوع METLAND

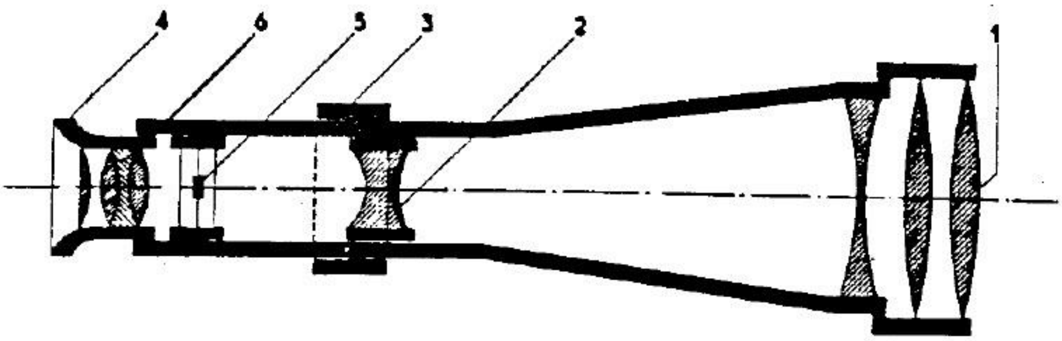
المقراب

المسواة

قاعدة الميزان

أ) المقراب :

المقراب هو المنظار ومن خلاله نكون خط نظر ويستعمل لتكبير وتوضع صورة الهدف وهو عبارة عن اسطوانة معدنية بداخلها العدسات وحامل الشعيرات



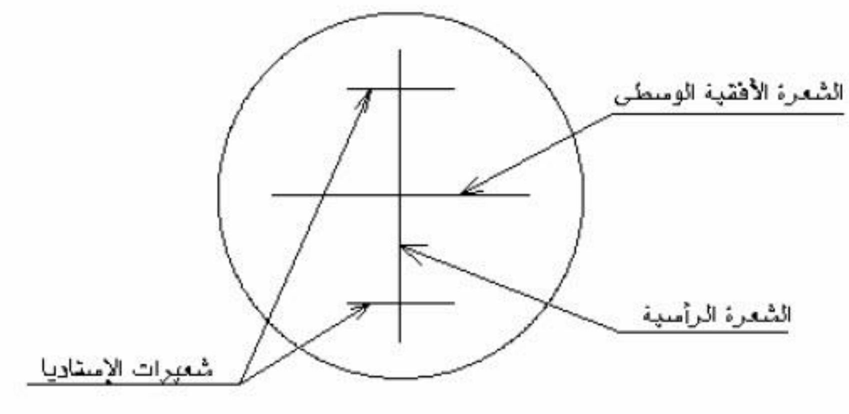
الشكل ٥,٥ : المقراب

١- العدسة الشيئية ووظيفتها الحصول على صورة مقلوبة مصغرة

٢- عدسة إضافية متحركة وظيفتها تطبيق الصورة على مستوى حامل الشعيرات بواسطة المسمار ٣

٤- مسمار تعديل العدسة العينية

٥- حامل الشعيرات



الشكل ٥,٦ : حامل الشعيرات

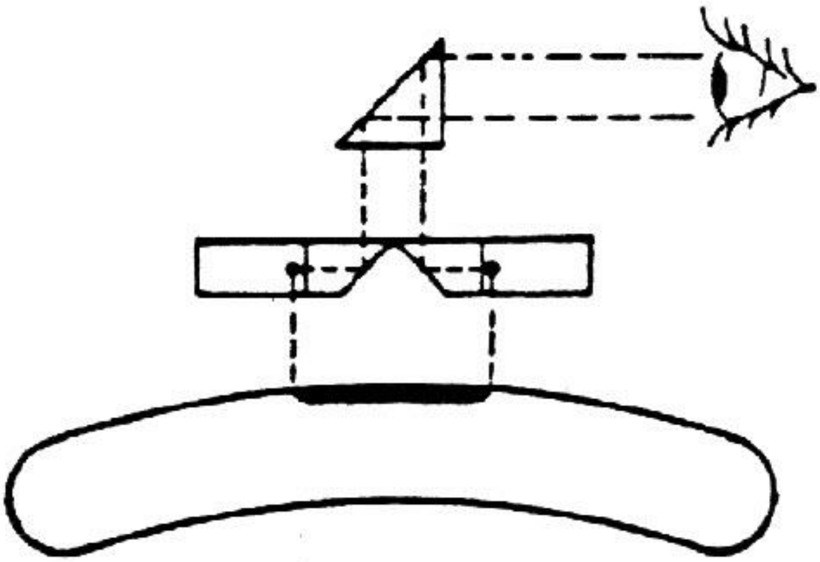
٦- العدسة العينية ووظيفتها تكبير الصورة

- طريقة تعديل حامل الشعيرات :

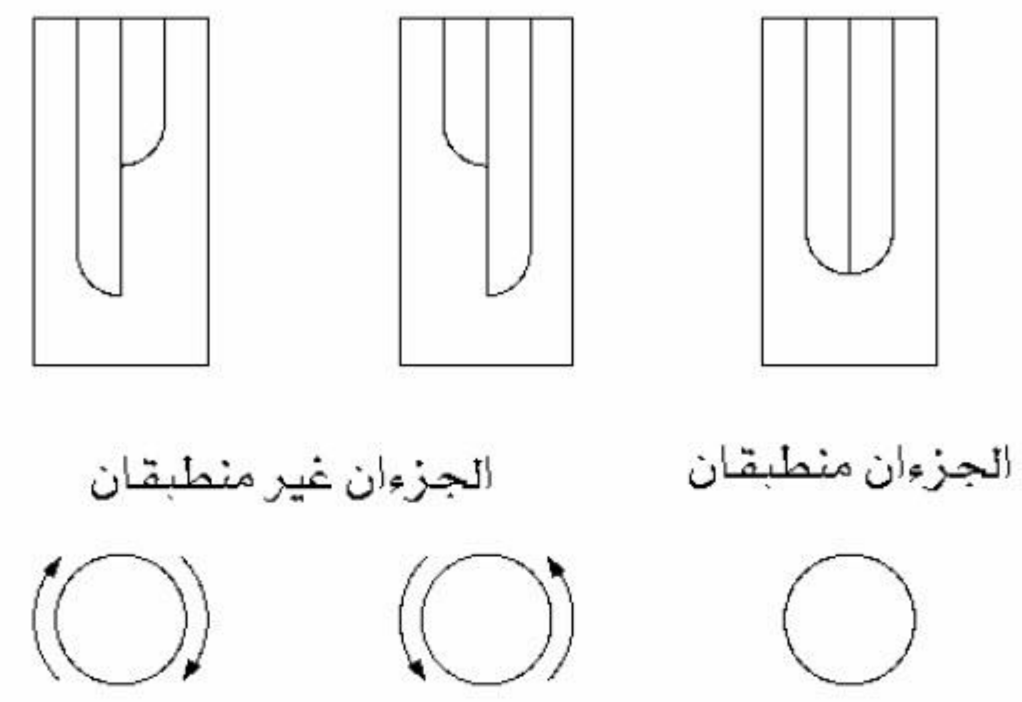
التعديل يتغير من مستخدم إلى آخر ويتم التعديل مرة واحدة لنفس المستخدم وذلك بتوجيه المقراب على خلفية فاتحة وبتدوير المسمار (٤) إلى أن تظهر الشعيرات بدقة وسواد واضح .

ب) المسواة :

يوجد بالميزان مسواتان إحداهما دائرية وظيفتها التسطيح التقريبي والأخرى أنبوبية تستعمل للتسطيح الدقيق تظهر في المسواة الأنبوبية منقسمة إلى جزأين متشابهين ويتحرك كل جزء عكس الأخر ثم أثناء ضبط الجهاز وعند ضبط الأفقية يظهر منطبقان على شكل حرف يو (U) .



الشكل ٥,٧ : الفقاعة في المسواة الأنبوبية



الشكل ٥,٨ : الصورة الظاهرة في المسواة الأنبوبية

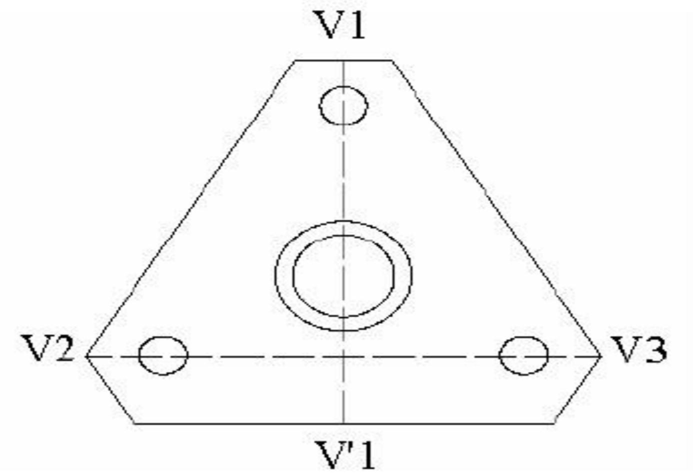
اتجاه دوران المسمار لضبط الفقاعة يكون نفس اتجاه تنقل النصف الأيمن من الفقاعة .

جـ) قاعدة الميزان

قاعدة الميزان تثبت على الحامل الثلاثي وتحمل المحور الرأسي الذي يدور حوله الجهاز وبالاستعانة بالمسواة الدائرية يتم تسطيح الجهاز وتسويته في وضع أفقي تتم تسوية الجهاز في وضع أفقي بإحدى الطريقتين وذلك حسب نوع الجهاز :

بواسطة ثلاثة مسامير متحركة يمكنها تمييل الجهاز في جميع الاتجاهات والثلاثة مسامير المثبتة في الجهاز بحيث تكون مثلث متساوي الأضلع ويمكن تأثير الدوران على الجهاز :

حول المحور V1 V2 بتحريك المسمار V1 بنفس القيمة ولكن في اتجاهات متعاكسة (انظر الرسم ٩,٥)



الشكل ٥,٩ : قاعدة الميزان

بواسطة القاعدة نفسها وهي مصممة بشكل محدب بحيث تتحرك روحية حرة في جميع الاتجاهات على قاعدة الحامل . فيتم تسوية الميزان في الوضع الأفقي باستعمال تثبيت الميزان التابع للحامل الثلاثي الذي يثبت عليه الميزان .

القامة

القامة هي عبارة عن مسطرة من الخشب أو من معدن الألمونيوم يتراوح طولها بين ٣ و ٥ أمتار مع ان الطول الاعتيادي هو أربعة أمتار (الشكل ٥,١٠) وهي أربعة أمتار وهي مقسمة إلى أمتار وديسيمترات وسنتيمترات .



الشكل ١٠,٥ : القامة

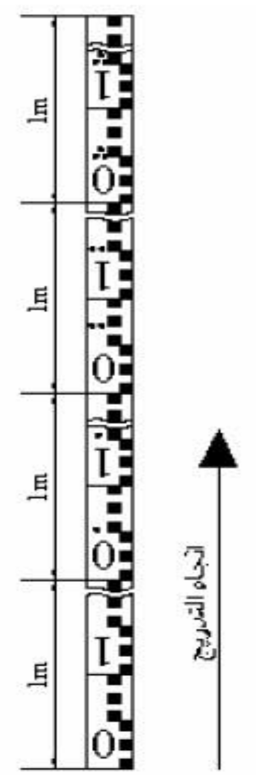
القامة ذات طول أرعة أمتار مقسمة إلى أربعة أقسام رئيسية طول كل منها متراً وتوجد مثلثات حمراء لتوضيح كل قسم توجد أنواع كثيرة من القامات تختلف في الشكل والمظهر وطريقة التدريج ، منها القامات التي تطوي والقامات التلسكوبية .

ملاحظة :

في بعض الأحيان المقراب يعطينا صور مقلوبة وبالتالي تكون الأرقام مرسومة بالمقلوب على القامة وتظهر مستقيمة في المقارب ولكن في هذه الحالة القراءات يجب أن تتم من الأعلى إلى الأسفل في العدسة العينية للمقراب .

في هذه القامة تظهر :

السنتيمترات : مستطيلات صغيرة ملونة بالتبادل أبيض وأسودج .



ديسيمترات : أرقام من ٠ إلى ٩ موجودة في مجال

مسافة ١٠ سنتيمترات محددة بخطين .

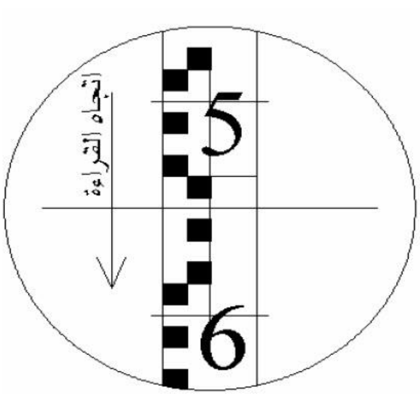
المترات : نقط مرسومة فوق كل رقم ديسيمتري .

• نقطة واحدة = واحد متر

.. نقطتان = متران

... ثلاث نقاط = ثلاثة أمتار وهكذا ....

الشكل ١٠,٥ : القامة

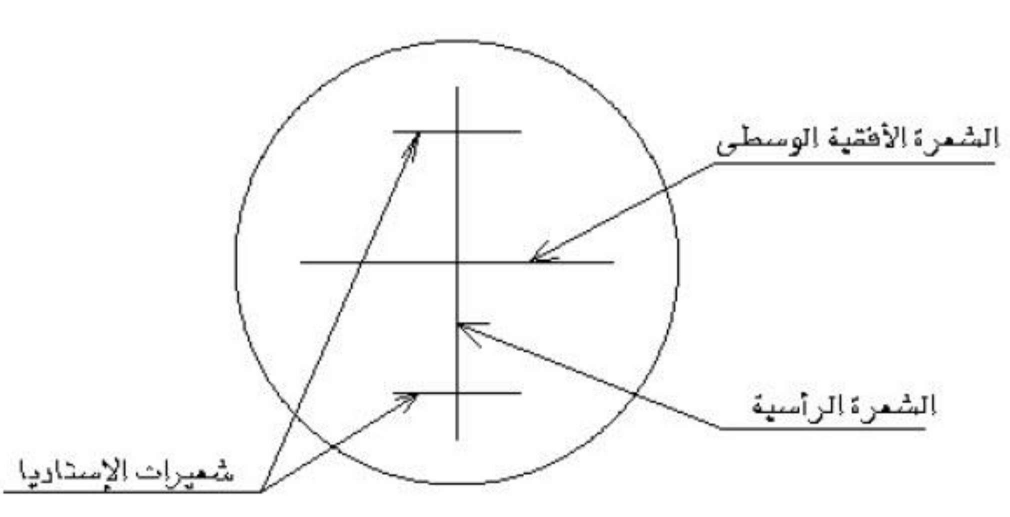


الشكل ١١,٥ : كيفية أخذ القراءات من المقارب

أ) طريقة قراءة القامة :

بعد ضبط الميزان أفقياً . زمن خلال نرصد تقاطع الشعيرة الأفقية الوسطى الرئيسية مع تدريج القامة فنتحصل مباشرة على القراءة . فيكون تقدير الأمتار بعدد النقط وتقدير الديسيمترات بقراءة الرقم الصحيح الذي تمر به الشعيرة الوسطى وتقدير السنتيمترات يكون بحساب عدد الدرجات إما في المجموعة الأولى بخمسة سنتيمترات أو المجموعة الثانية بخمسة سنتيمترات وذلك ابتداء من الخط الفاصل المحدد للديسيمترات والذي يقع فوق الشعيرة الوسطى داخل المقارب مباشرة تقدير المليمترات يقع حسب التقريب .

ب) القراءة على القامة :

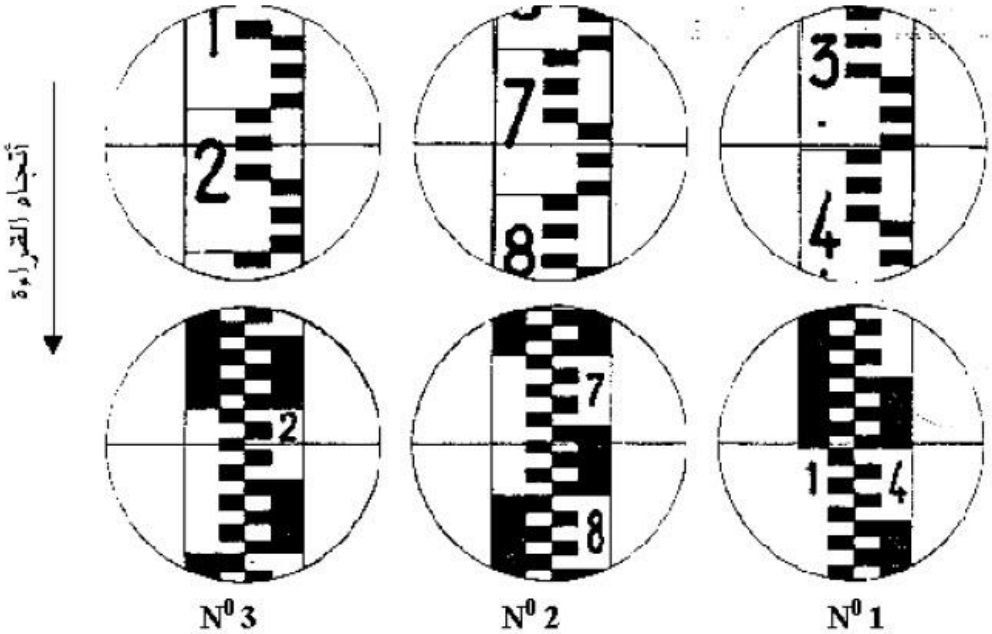


الشكل ١٢,٥ : شعيرات الاستاديا

قراءة على الشعرة الأفقية الوسطى :

أجعل على الشعرة الرأسية في المحور الرأسي للقامة بواسطة مسمار في الجهاز قبل القراءة تثبت من خلال المسواة الأنبوبية بعد التأكد من أن الفقاعة مثبتة على شكل يو (U)

أمثلة لبعض القراءات



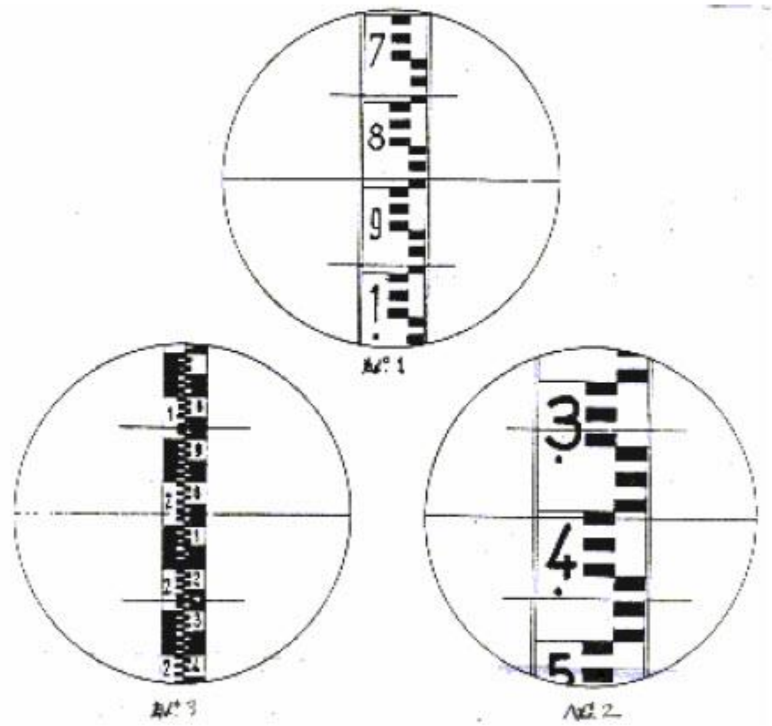
الشكل ١٣,٥ أمثلة لبعض القراءات

تفاصيل القراءة	N⁰1	N⁰2	N⁰3
تقدير رقم الأمتار بعدد النقاط	1	0	0
تقدير رقم الديسيمترات برقم الخانة	3	7	2
تقدير رقم السنتيمترات بعدد المستطيلات تحت الشعرة الوسطى	9	6	2
تقدير رقم المليمترات حسب تقدير النظر في المستطيل	7	3	5
قراءة الارتفاع	1.397	0.763	0.225

الجدول ١,٥ : كيفية قراءة الارتفاع

قراءة على شعيرات الأستاديا :

نصف مجموع القراءات على شعيرات الإستاديا يساوي القراءة على الشعرة الأفقية الوسطى والفرق في القراءات في شعيرات الاستاديا مضروب في ١٠٠ يعطي المسافة بين الميزان والقامة أمثلة لبعض القراءات على شعيرات الاستاديا :



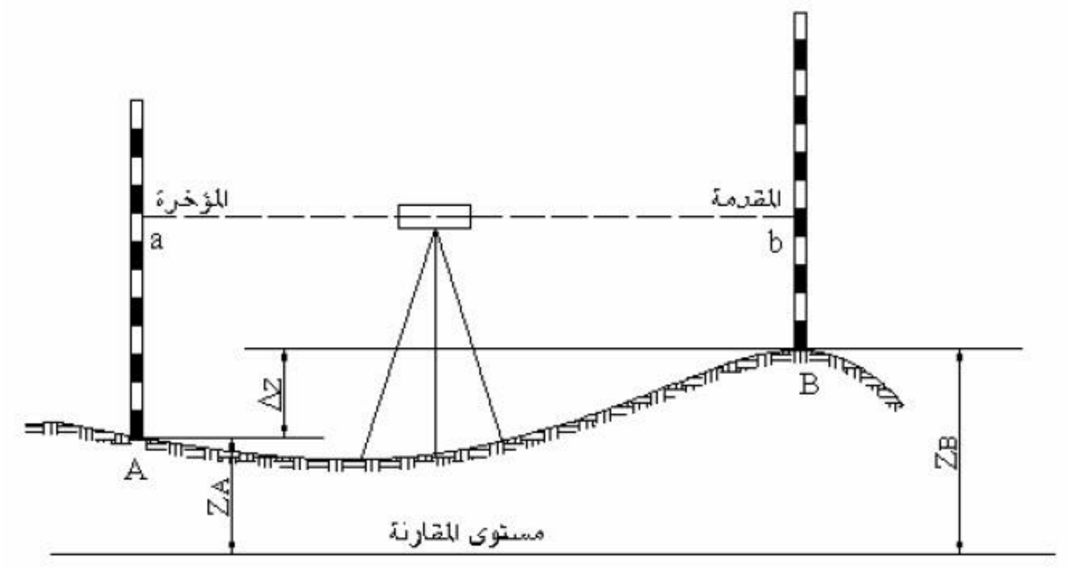
الشكل ١٤,٥ : أمثلة لبعض القراءات على شعيرات الاستاديا

الجدول ٢,٥ كيفية قراءة المسافة

القراءات	مثال ١	مثال ٢	مثال ٣
الشعرة الأفقية الوسطى	٨٩٠	١٤٠٤	٢٠٧٥
نصف المجموع المجموع	٨٩٠ ١٧٨٠	١٤٠٤ ٢٢٠٨	٢٠٧٥ ٤١٥٠
شعيرة الاستاديا السفلى شعيرة الاستاديا العليا	٩٩٠ ٧٩٠	١٤٦٨ ١٣٣٨	٢٢٧٥ ١٨٧٥
المسافة	٢٠٠	١٣٠	٤٠٠
المسافة × ١٠٠	٢٠٠٠٠م / م ٢٠ م / م	١٣٠٠٠م /م ١٣ م / م	٤٠٠٠٠م / م ٤٠ م/ م

مع كل قامة توجد عادة ميزان تسوية دائري يثبت إما خلف القامة أو على جانبها وهذا يساعد على جعل القامة رأسية تماماً لضرورة أن كل القراءات يجب أن ترصد على القامات حين تكون في مستوى رأسي فقط .

تطبيقات التسوية



الشكل ١٥,٥ : إيجاد منسوب نقطة من منسوب نقطة أخرى

إذا أردنا إيجاد منسوب النقطة B انطلاقاً من منسوب النقطة A يجب :

وضع الميزان بين النقطة A والنقطة B ثم نكون من خلال منظار الجهاز مستوى أفقي .

وضع القامة فوق النقطة A ورصد القراءة a

وضع القامة فوق النقطة B ورصد القراءة b

واتجاه طريقة القراءة هو من النقطة A على النقطة B

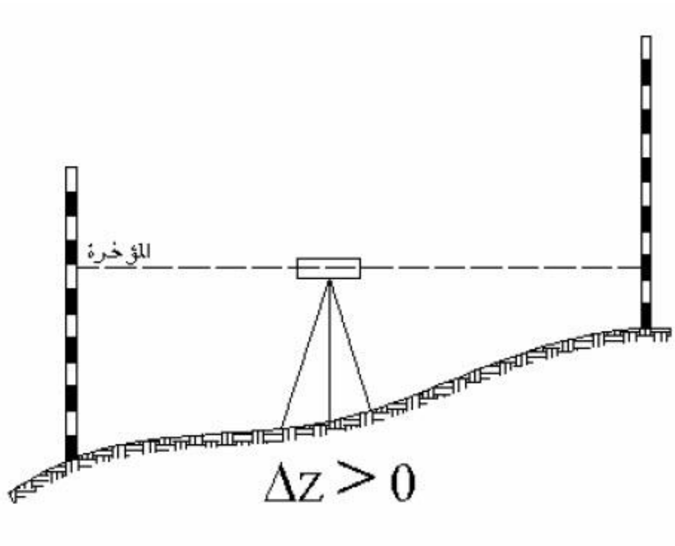
القراءة a تسمى المؤخرة وهي القراءة المأخوذة من قامة موضوعة على نقطة معلومة المنسوب

القراءة b تسمى المقدمة وهي قراءة مأخوذة من قامة موضوعة على نقطة يراد إيجاد منسوبها

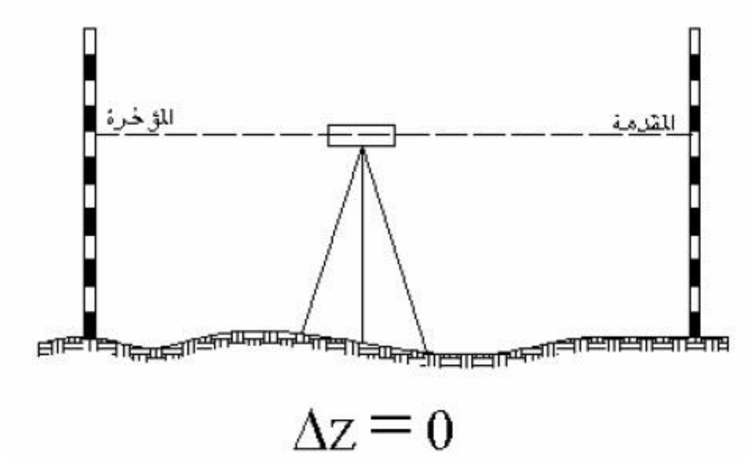
الفرق في الارتفاع $\Delta z = b\text{-}a$

الفرق في الارتفاع = مؤخرة – مقدمة

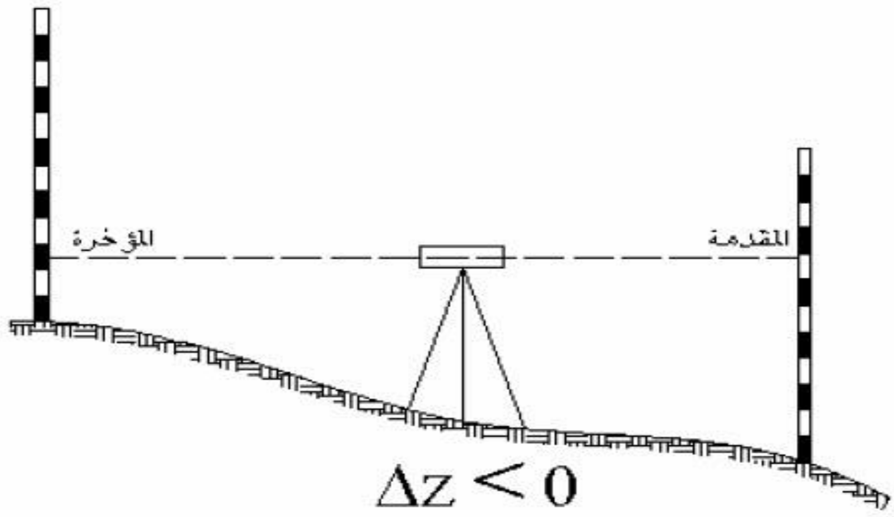
وهذا الفرق يمكن أن يكون موجب ، صفر أو سالب .



الشكل ١٦,٥ : يبين الفرق في الارتفاع صفر



الشكل ١٧,٥ : يبين الفرق في الارتفاع الموجب

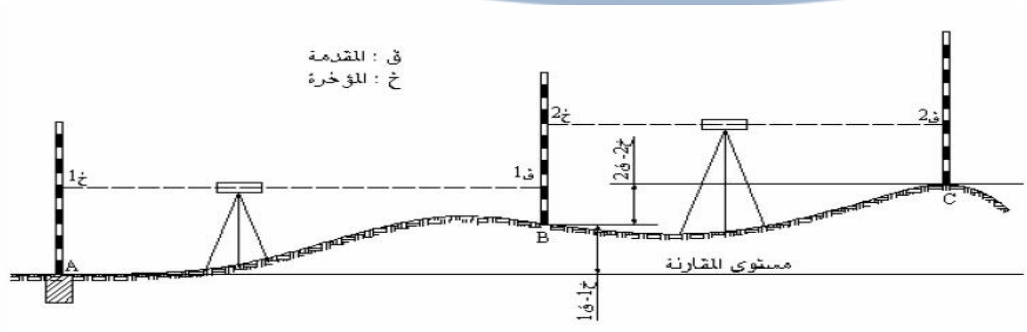


الشكل ١٨,٥ : يبين الفرق في الارتفاع السالب

الميزانية الفرقية :

تجري الميزانية الفرقية لقياس البعد الرأسي بين نقطتين وبالتالي إيجاد الفرق في الارتفاع بينهما . والميزانية الفرقية تكون إما طولية أو عرضية ويتم إجراء الميزانية الطولية لتعيين منسوب نقط أو مناسيب مجموعة نقط محاورها مختلفة والهدف من إجراء الميزانية الطولية إما لرسم قطاعات طولية للطرق وسكك الحديد والقنوات والمجاري المائية ومد الأنابيب وخطوط الكهرباء أو لمعرفة منسوب نقطة بالطريقة التسلسلية من علامة ميزانية معلومة .

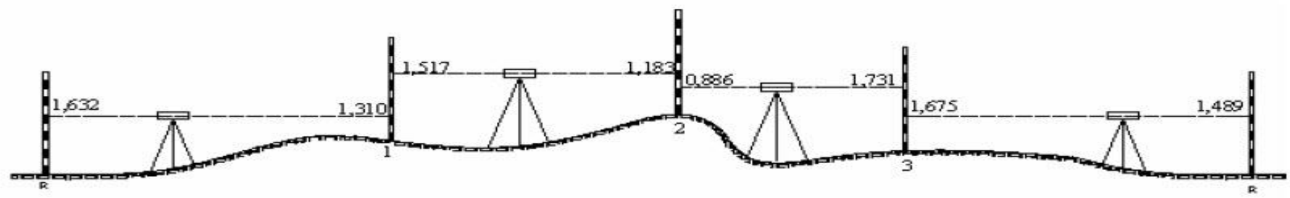
عندما يكون القطاع طويل أو عندما يكون الفرق في الارتفاع بين نقطتين أكبر من طول القامة تجري الميزانية على عدة محطات يتم فيها نقل الجهاز أكثر من مرة وتسمى هذه العملية بالميزانية المسلسلة أو الطريقة التسلسلية وتجري أعمال هذه الميزانية بأن توضع قامتها على نقطة معلومة A ويوضع الميزان في منتصف المسافة بين النقطة المعلومة والنقطة المراد إيجاد منسوبها B تؤخذ القراءة على النقطة A وبدون تحريك الجهاز يوجد منظار الجهاز على القامة الموضوعة على النقطة B وتؤخر قراءة عليها ثم يوجه منظار الجهاز إلى النقطة C ونترك القامة على النقطة B وتؤخر قراءة عليها ثم يوجه منظار الجهاز إلى النقطة C وتؤخذ قراءة على القامة الموضوعة على النقطة C ثم نقط أخرى بنفس الطريقة والمأخوذة في المحطة الأولى تصلح كمقدمة في المحطة الثانية وهكذا بنفس العملية السابقة .



الشكل ١٩,٥ : يبين الميزانية المسلسلة

أحياناً في الميزانيات الفرقية نرجع إلى النقطة التي انطلقنا منها ونقوم بذلك لقفل الدائرة وذلك لنتحقق من صحة العمل بالقيام بالعمل الحسابي التالي : الفرق بين مجموع المؤخرات ومجموع المقدمات يساوي الفرق بين منسوب النقطة الأولى ومنسوب النقطة الأخيرة ويعرف هذا النوع من الميزانيات بالميزانية الفرقية المقفلة .

مثال :



الشكل ٢٠,٥ : يبين الميزانية الفرقية المقفلة

المحطة	المؤخرة (+)	المقدمة (−)	الفرق	المنسوب
R	1.632		–	167.280
1	1.517	1.310	0.322	167.602
2	0.886	1.183	0.334	167.936
3	1.675	1.731	-0.845	167.091
R		1.489	0.186	167.277
	5.710	5.713	-0.003	

-0.003 = 5.713 - 5.710

-0.003 = 167.28 - 167.277

الفرق قفل الميزانية = ٣ مم

وهكذا في هذا المثال عرفنا أن في الواقع لابد من وجود فارق ناتج عن عدة أخطاء متراكمة على أن يكون هذا الفارق لا يتعدى الخطأ المسموح به .

والخطأ المسموح به يحدد بالقانون التالي :

الخطأ المسموح به (مم) = ثابت $\sqrt{\text{طول الميزانية بالكيلو متر}}$

الثابت يحدد حسب الميزانية :

في الميزانية الدقيقة تؤخذ ث = ٥

في الميزانية العادية تؤخذ ث = ١٠

في الميزانية الطويلة تؤخذ ث = ٢٠

كما تجري الميزانية الفرقية في الاتجاه العرضي وتسمى الميزانية العرضية وعن طريقها ترسم القطاعات العرضية للمصارف ومشاريع الطرق السيارة ومد الأنابيب .

الميزانية الشبكية

عندما يكون الفرق بين مناسب النقط المراد مسحها أقل من طول القامة وتكون المسافات المتتالية بين الجهاز والنقط غير طويلة نستطيع القيام بالميزانية من محطة واحدة يوضع فيها الجهاز ويرصد منها أكبر عدد ممكن من النقاط .

إذا فرضنا أن منسوب النقطة A معلوم والجهاز موجود في المحطة يمكن إيجاد مناسيب نقط B ، C و D

العملية الأولى : قراءة النقطة A خ١

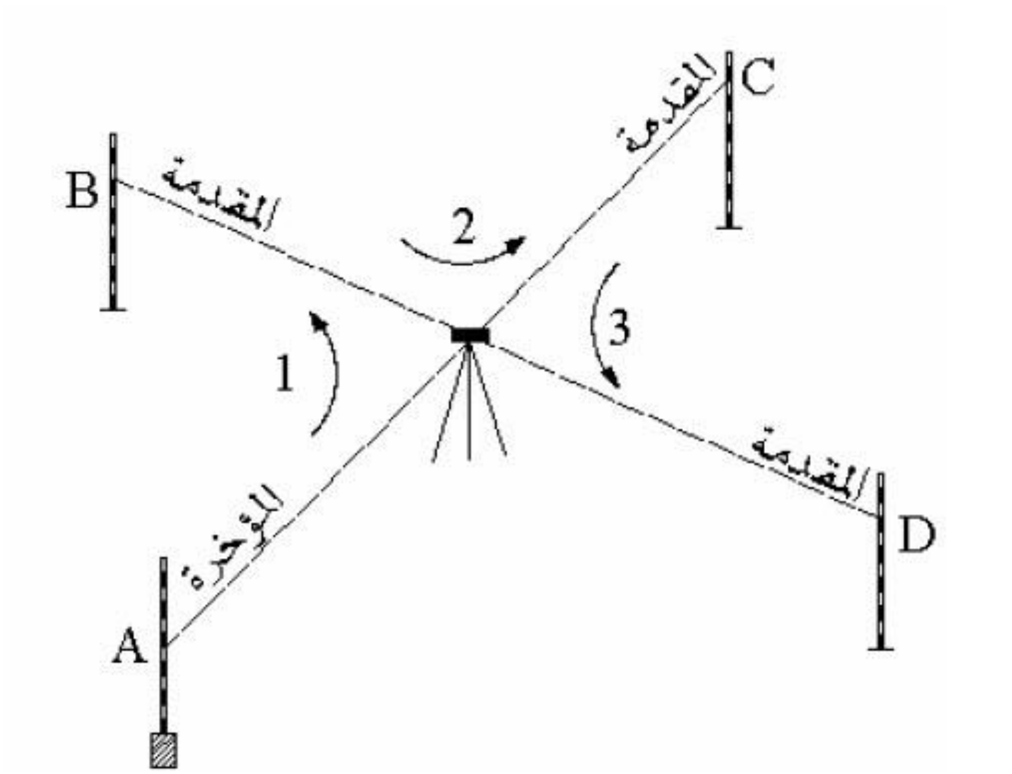
قراءة على النقطة B ق ١

العملية الثانية : قراءة على النقطة B خ ٢

قراءة على النقطة C ق٢

العملية الثالثة : قراءة على النقطة C خ ٣

قراءة على النقطة D ق ٣



الشكل ١٩,٥ : يبين الميزانية الشبكية

إهداء

إلى أصدقائي المهندسين

إلى كل طالب علم

إلى كل مجتهد

لا أقول لكم إلا كما قال سيدنا عمر لصحبه

"إذا أصبت فأعينوني، وإذا أخطأت فقوموني"

مساحة

تطبيقات على الميزان

حساب المناسيب باستخدام الميزان

الهدف: -

التدريب على الضبط المؤقت للميزان والتمرين على قراءة القامة وكيفية تسجيل القراءات.

الغرض من التدريب: -

أولا : التدريب على الضبط المؤقت للميزان.

ثانيا : التدريب على قراءات القامة مع الجهاز.

ثالثا : التدريب على كيفية تسجيل القراءات

الأدوات المستخدمة في التدريب: -

١ -جهاز ميزان القامة بالحامل.

٢ -قامة ٤ متر

٣. جداول رصد ميزانية (منسوب سطح الميزان).

أولا : خطوات الضبط المؤقت لجهاز الميزان

١-ضبط أفقية الجهاز.

٢-إزالة البرلاكس (التطبيق).

عملية الضبط المؤقت للجهاز

هي عملية إعداد الجهاز للرصد ويتم ذلك عند كل نقطة يوضع فيها الجهاز لأخذ القراءات وذلك بأن تفرد أرجل حامل الجهاز الثلاثي وذلك بارتفاع مناسب وتغرس في الأرض جيدة ويراعى أن تكون المسافات بين أرجل الحامل الثلاثة متساوية تقريبا وقاعدة الحامل تكون في مستوى أفقي تقريبا ومن ثم يركب عليه جهاز التسوية ونكمل حسب الخطوات التالية :

- نضبط أفقية الجهاز بعد وضعه على الحامل وذلك بضبط فقاعة ميزان التسوية الدائري إما عن طريق مسامير التسوية الثلاثة أو عن طريق الذراع الأسطوانية المحوه.
- نزيل البرلاكس وذلك بتطبيق صورة الهدف (أي القامة) على مستوى حامل الشعرات داخل المنظار ويتم ذلك كما يلي :

أ-يوضع حامل الشعرات بورقة بيضاء توضع أمام العدسة الشيئية ، ثم نحرك

مسمار العينية حتى تتضح الشعرات تماما.

ب-يوجه المنظار تجاه الهدف (القامة) ويحرك مسمار التطبيق إلى أن تتضح صورة الهدف تماما.

تعريفات أساسية:

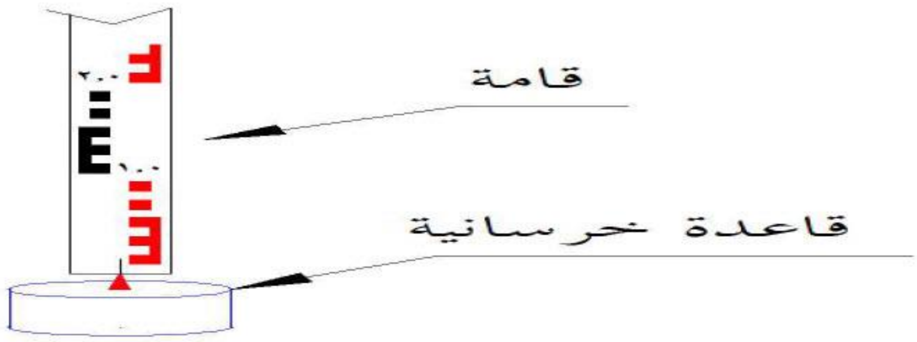
كثير ما يمر على المساح أثناء الرصد بأعمال الميزانية مصطلحات لابد أن يتعرف عليها وهي الأساس في أعمال التسوية ومن ثم انظر شكل (٣– ٥) و شكل (٣– ١) و شكل (٣– وهذه الأشكال تبين معظم هذه التعاريفات ذلك:

أ- مستوى سطح المقارنة.

هو سطح مرجعي مستمر، تنسب إليه جميع مناسيب النقاط على افتراض أن منسوبه يساوي الصفر (ودائما ما يكون سطح البحر)

ب-الروبير BM :

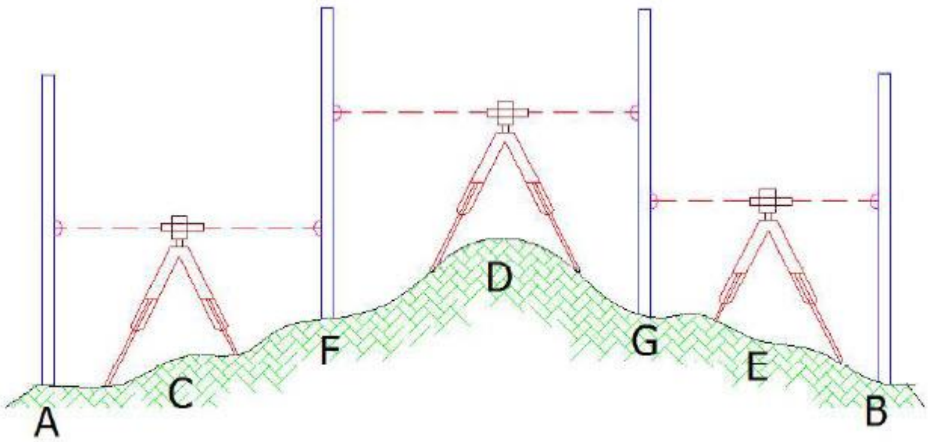
هي عبارة عن نقطة معلومة أو مفروضة المنسوب، تستخدم كمرجع لمعرفة مناسيب نقاط أخرى. يجري عادة تثبيت هذه النقاط بدقة عالية ، ويعد لكل واحدة منها وصف دقيق يسهل العثور عليها في الطبيعة ، وتختلف أشكال تثبيت هذه النقاط ، فتكون تارة مثبتة بصفة دائمة ، حيث يوضع على النقطة رأس حديدي بطول معين متصل بقاعدة معدنية ، ويصب حول هذه القاعدة المعدنية خرسانة حتى يؤمن عدم زوالها أو العبث بها . انظر الشكل (٣–٥)



انظر الشكل (٣–٥)

جـ- ارتفاع الجهاز :

هو ارتفاع مستوى خط النظر عن سطح المقارنة ، وأحياناً يعبر عنه بمنسوب سطح الجهاز والأشكال التالية توضح التعارف السابقة الشائعة الاستعمال في أعمال التسوية (الميزانية) شكل (٣- ٦)



(شكل ٣- ٦)

د- منسوب نقطة : هو مقدار ارتفاع أو انخفاض النقطة عن سطح المقارنة أو سطح البحر .

هـ- فرق المنسوب بين نقطتين : هو مقدار فرق الارتفاع بينهما انظر شكل (٣ – ٦)

و- القراءة الخلفية (المؤخرة B.S) : هي أول قراءة تؤخذ على المسطرة المدرجة بعد تثبيت الجهاز .

م- القراءة الأمامية (المقدمة F.S) : هي آخر قراءة تؤخذ على المسطرة المدرجة قبل نقل الجهاز .

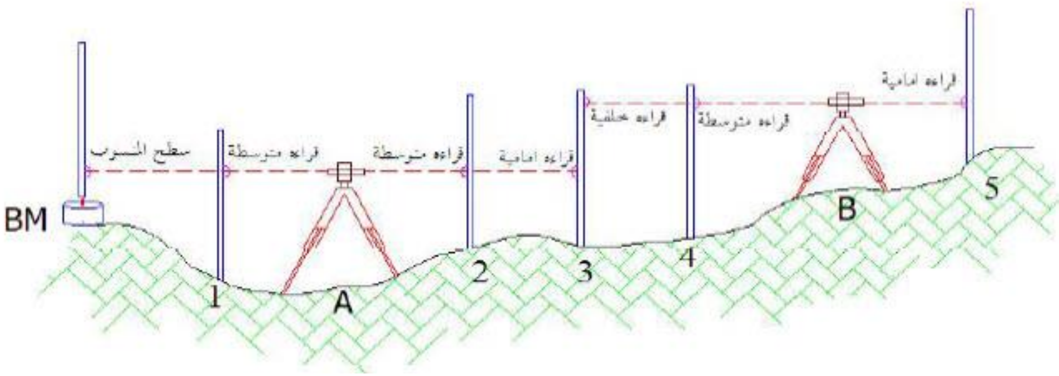
س- القراءة المتوسطة (I.S) : هي كل قراءة أخذت بعد قراءة المؤخرة وقبل قراءة المقدمة .

ص- نقطة التحول (الدوران) : هي النقطة التي تؤخذ عندها على المسطرة قراءتان إحداهما أمامية والأخرى خلفية وتظهر نقط الدوران في شكل (٣- ٦) وشكل (٣ – ٧) يبين معظم التعاريف السابقة .

ثانياً : التدريب على قراءات القامة عند الشعرة الوسطى للجهاز :

١- تؤخذ القراءات على القامة الرأسية فوق نقاط سطح الأرض وذلك عند الشعرة الوسطى الأفقية لحامل الشعرات داخل منظار الجهاز .

٢- تؤخذ القراءات بالأمتار الديسيمترات والسنتيمترات والملليمترات (بالتقدير) على القامة .



شكل (٣- ٧) يبين معظم التعاريف السابقة

٣- مقارنة القراءات المأخوذة على القامة ببعضها وكيفية استنتاج فروق المناسيب بين النقاط من قراءات القامة وفوق كل نقطة حيث أن : -

أ- القراءة الكبيرة للقامة تدل على نقطة منسوبها أقل من القراءة القليلة للقامة التي تدل على نقطة منسوبها مرتفع أكثر من النقطة الأولى وذلك بوضع واحد للجهاز بشرط أن يكون أفقياً تماماً.

ب- الفرق بين أي قراءتين للقامة فوق نقطتين مختلفتين من وضع واحد للجهاز الأفقي يعطي فرق المنسوب مباشرة بين النقطتين.

ثالثاً : التدريب على كيفية تسجيل القراءات في جداول الميزانية : -

١- أول قراءة تؤخذ بالجهاز على القامة تسمى مؤخرة وتكتب في حقل المؤخرة بالجدول وعادة تكون القراءة نقطة تسمى الروبير (BM) .

٢- آخر قراءة تؤخذ بالجهاز بوضعه الأول الأفقي تسمى مقدمة وكتب في حقل المقدمة بالجدول.

٣- القراءات المتوسطة بين أول قراءة وآخر قراءة تسمى متوسطات وتسجل متتالية تحت بعضها في حقل المتوسطة.

٤- من الأفضل أن يتم قفل الأفق بالرجوع مرة أخرى إلى الروبير (BM) .

٥- تكون القراءة كما هي مدونة بالجدول التالي وتكتب ٢,٠٠٦متر وتكتب في خانة المؤخرة وتقرأ (٢ متر و ٠ ديسيمتر و ٠ سنتيمتر و ٦ مليمتر)

٦- يتم عمل التحقيق الحسابي من القانون التالي :

مجموع المؤخرات – مجموعة المقدمات = منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة.

والجدول يوضح كيفية تسجيل القراءات في جدول الميزانية بطريقة منسوب سطح الميزان.

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة (منسوب سطح الميزان)								
رقم المشروع :				نوع الجهاز :				
رقم الوتد	المسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
BM			٢,٠٠٦					
أ				١,٩٥٢				
ب				٢,٠١٠				
جـ				٢,٣٧٣				
د				١,٧٧٣				
أ					٢,٠٠٦			
BM								

مجموع المؤخرات – مجموعة المقدمات = منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة.

تدريب عملي عمل ميزانية بين نقطتين

موضوع التدريب :

عمل سلسلة ميزانية بين نقطتين (A , B)

الغرض من التدريب : -

أ- التدريب على كيفية أخذ قراءات القامة بجهاز التسوية (الميزان) .

ب- التدريب الحقلي على الميزانية الطولية (سلسلة الميزانية) بين نقطتين ، الأولى معلومة المنسوب ولا يمكن رصدها من موضوع واحد للميزان .

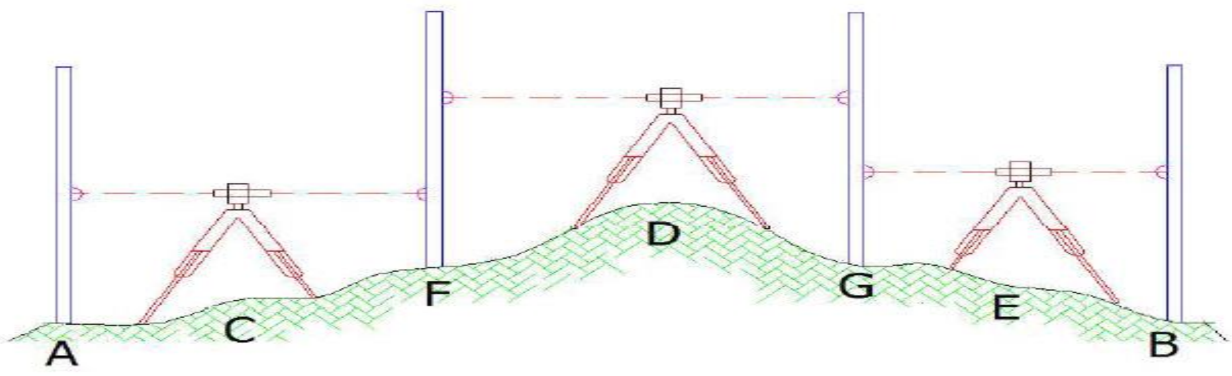
ت- التدريب على تسجيل قراءات القامة بالجداول المعدة لذلك وحساب المناسيب بطريقة منسوب سطح الميزان وعمل التحقيق الحسابي للميزانية .

الأجهزة والأدوات المستخدمة :

١- ميزان ٢- قامة .

خطوات العمل الحقلي :

١- يختار المدرب (المشرف) على التدريب نقطتين بعيدتين عن بعضهما بحيث لا يمكن رصدهما من موضع واحد للجهاز أو بينهما عاق يمنع رؤية النقطتين من موضع واحد للجهاز . ولتكن النقطتان (A , B) كما في الشكل (٣ – ٨) التالي :



الشكل (٣ – ٨)

ففي هذه الحالة نحتاج لأكثر من وقفة للميزان ، وفي كل وقفة للميزان يطبق أسلوب الميزانية البسيطة ، وتسمى هذه الطريقة بالميزانية الطولية أو سلسلة الميزانية .

٢-يوضع الميزان في الوضع (١) ، أي حول نقطة (C) وتؤخذ قراءة القامة الموضوعة فوق نقطة (A) وتسجل بالجدول المعد لذلك بخانة المؤخرة (الخلفية) ثم تنقل القامة فوق النقطة (F) وتؤخذ قراءة القامة وتسجل في حقل المقدمة (الأمامية) .

٣-يحتفظ بالقامة فوق نقطة (F) ، وينقل الجهاز إلى الموضع (٢) أي حول النقطة (D) وتؤخذ قراءة القامة الموضوعة فوق نقطة (F) مرة أخرى من الوضع الجديد للميزان وتسجل في حقل المؤخرة ويسجل في الملاحظات أمام نقطة (G) أنها نقطة دوران ، ثم تنقل القامة فوق نقطة (G) وتؤخذ قراءة القامة وتسجل في حقل المقدمة .

٤-يحتفظ بالقامة فوق نقطة (E) ، وينقل الجهاز إلى الوضع (٣) وتؤخذ قراءة القامة الموضوعة فوق النقطة (G) من الوضع الجديد للميزان وتسجل في حقل المؤخرة ويسجل في الملاحظات أمام نقطة (G) أنها نقطة دوران ، ثم تنقل القامة فوق نقطة (B) وتؤخذ قراءة القامة وتسجل في حقل المقدمة .

٥-تحسب المناسيب بطريقة منسوب سطح الميزان

تسجيل وحساب المناسيب بطريقة منسوب سطح الميزان :

١–بعد أول وضع للجهاز تؤخذ أول قراءة للقامة (مؤخرة) على روبير أو نقطة معلومة المنسوب وتسجل بالجدول في حقل المؤخرة .

٢–تؤخذ قراءات المتوسطات للنقط المختلفة (إن وجدت) وتسجل بالجدول المعد لذلك في حقل المتوسطات .

٣–تؤخذ قراءة مقدمة على نقطة الدوران قبل نقل الجهاز للوضع الجديد وتسجل بالجدول في حقل المقدمة .

٤–ينقل الجهاز إلى الوضع الثاني وتؤخذ أول قراءة للقامة من الوضع الجديد وتسجل بالجدول في حقل المؤخرة .

٥–وهكذا تكرر عملية الرصد والتسجيل إلى أن ينتهي العمل .

الحساب : –

حساب منسوب سطح الميزان :

منسوب سطح الميزان = منسوب أول نقطة + المؤخرة

حساب مناسيب المتوسطات : –

منسوب النقطة (المتوسطة) = منسوب سطح الميزان – المتوسطة

حساب منسوب نقطة الدوران : –

منسوب النقطة (نقطة الدوران) = منسوب سطح الميزان – المقدمة

ثم يحسب منسوب سطح الميزان الجديد وتكرر العمليات الحسابية السابقة للحصول على مناسيب جميع النقاط المرصودة.

مثال توضيحي :

تم رصد المشروع كما في الجدول المرفق والجدول رقم (٢ – ٣) يوضح بيانات لميزانية تم رصدها بين النقطتين (أ ، ز) والمطلوب إيجاد مناسيب النقاط (ب، ج ، د ، هـ ، و ، ز) إذا كان منسوب نقطة (أ) يساوي ٥٣١,١٠ متر .

جدول رقم (٣ – ٢)

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة (منسوب سطح الميزان)								
رقم المشروع : مثال					نوع الجهاز :			
رقم الوتد	المسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
أ			١,٠٧٤				٥٣١,١٠٠	
ب				٢,٦٥١				
جـ			٢,٥٩٦		٠,٩١٢			
د				٢,٨٧٣				
هـ				١,٨١٠				
و				٠,٨١٢				
ز					١,٦٥٤			
مجموع			٣,٦٧٠		٢,٥٦٦			

الحل :

المناسيب بطريقة منسوب سطح الميزان : –

١– عند وضع الميزان في الوضع الأول أخذت مؤخرة على الروبير (أ) تساوي ١,٠٧٤ متر .

منسوب سطح الميزان (م . س . م) = منسوب أو نقطة + المؤخرة

= ٥٣١,١٠ + ١,٠٧٤ = ٥٣٢,١٧٤ متر

٢– أخذت متوسطة على نقطة (ب) تساوي ٢,٦٥١ متر

منسوب نقطة (ب) = م . س . م – المتوسطة

= ٥٣٢,١٧٤ – ٢,٦٥١ = ٥٢٩,٥٢٣ م

٣– أخذت المقدمة على نقطة (ج) = م . س. م – المقدمة

= ٥٣٢,١٧٤ – ٠,٩١٢ = ٥٣١,٢٦٢ متر

٤- نقل الميزان إلى الوضع (٢) وأخذت قراءة مؤخرة على نقطة (ج) تساوي = ٢,٥٩٦ متر .

منسوب سطح الميزان (م . س . م) = منسوب أول نقطة (ج) تساوي ٢,٨٧٣ متر

منسوب سطح الميزان (م.س.م) (الجديد) = ٥٣١,٢٦٢ + ٢,٥٩٦ = ٥٣٣,٨٥٨ متر

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة (منسوب سطح الميزان)								
رقم المشروع : مثال			نوع الجهاز :					
رقم الوتد	المسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
أ			١,٠٧٤			٥٣٢,١٧٤	٥٣١,١٠٠	
ب				٢,٦٥١			٥٢٩,٥٢٣	
جـ			٢,٥٩٦		٠,٩١٢	٥٣٣,٨٥٨	٥٣١,٢٦٢	
د				٢,٨٧٣			٥٣٠,٩٨٥	
هـ				١,٨١٠			٥٣٢,٠٤٨	
و				٠,٨١٢			٥٣٣,٠٤٦	
ز					١,٦٥٤		٥٣٢,٢٠٤	
مجموع			٣,٦٧٠		٢,٥٦٦			

التحقيق الحسابي :

مجموع المؤخرات – مجموعة المقدمات = منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة .

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = ٣,٦٧٠ – ٢,٥٦٦ = ١,١٠٤

منسوب أخر نقطة – منسوب أو نقطة = ٥٣٢,٢٠٤ – ٥٣١,١٠ = ١,١٠٤

العمل الحسابي صحيح

مساحة

الميزانية الشبكية وحساب كميات الحفر والردم

الأهداف :

عندما تكتمل هذا الفصل تكون لدى المتدرب القدرة على أن :

١- يعدد الميزانية وخواصها .
٢- يحسب الكميات من شبكات الميزانية
٣- يحسب كميات الحفر والردم .

القدرات المكتسبة :

يجب أن يتمكن المتدرب في نهاية تدربه في هذه الوحدة من عمل الميزانية الشبكية وحساب خطوط الكنتور ورسمها بيسر وسهولة .

الوقت المتوقع للتدريب :

يتوقع أن يتدرب المتدرب على محتويات هذه الوحدة في ١٤ ساعة تدريبية .

الوسائل المساعدة :

جهاز الميزان وقامة لمساعدة المدرب على الشرح وتسهيل الفهم للمتدرب .

الميزانية الشبكية وحساب كميات الحفر والردم باستخدام المناسيب

مقدمة :

إن الإلمام بطرق تمثيل الظواهر الطبيعية وتضاريس سطح الأرض ، من أودية ومنحدرات وسهول وهضاب أمراً حيوياً على قارئ الخريطة أخذ صورة صادقة عن طبيعة المنطقة التي تمثلها الخارطة ، وهذا يساعد في التخطيط الجيد والسليم لكافة المشاريع الهندسية ، التي يمكن أن تنشأ في هذه المنطقة ، وبما أن طرق التمثيل تتفاوت من حيث الدقة والجهد والوقت ، إلا أنها تلتقي من حيث ابراز معالم الطبيعة بشكل واضح ، وهذه بعض طرق :.

١- طريقة خطوط الكنتور.

أدق الطرق وأحدثها في تمثيل الظواهر الطبيعية . ولكي تعرف حساب كميات الحفر والردم من الميزانية الشبكية لابد من معرفة خطوط الكنتور وطريقة رسمها ولكن هذا ليس موضوعنا وذلك للعلم فقط ، وحساب كميات الحفر والردم عند تسوية الأرض على منسوب معين أو منسوب متوسط ، وتكلفة المشاريع الإنشائية هذا ما يهم المتدرب في هذه المرحلة من حساب فقط مناسيب وكيفية تقسيم الميزانية الشبكية وكيفية عملها

١٣,٩	١٣,٦٨	١٣,٤٥	١٢,٩٢
١٤,٠٢	١٣,٧٧	١٣,٢١	١٢,٦١
١٣,٧١	١٣,٣٣	١٢,٧٢	١٢,٣١
١٣,١٢	١٢,٦١	١٢,٢١	١١,٦١
١٢,٦٨	١٢,٠٤	١١,٧٣	١٠,٩١

الميزانية الشبكية :

أولاً لابد أن نعلم أن الميزانية الشبكية إنما تستخدم في الأراضي شبه المستوية والتي فروق المناسيب بين نقاطها صغير ، وتتلخص فكرة هذه الطريقة في تقسيم الأرض إلى شبكة من المربعات أو المستطيلات بأبعاد متساوية ، تختلف حسب طبيعة الأرض ، والدقة المطلوبة ، والوقت ، والجهد المسموح به لإنجاز المهمة ، وتتراوح هذه الأبعاد من ٣ – ٣٠ م ، ويعطي لصفوف الشبكة مجموعة من الأحرف مثلاً ، والأعمدة مجموعة من الأعداد ، حتى يمكن تمييز مربعات الشبكة ، ويمكن التعامل معها مهما كان حجمها .

كيف يتم تنفيذ الميزانية الشبكية في الطبيعة ؟

١- توقع الأركان الرئيسية لقطعة الأرض باستخدام جهاز الثيودوليت وذلك بضبط جهاز الثيودوليت عند النقطة الأولى ، ثم التوجيه على النقطة الثانية ، ثم تجعل قراءة الدائرة الأفقية صفراً ، ثم يدار المنظار عبر الدائرة الأفقية ، حتى تكون قراءة الأفقية على $90°$ ، ثم بالتوجيه والمسافة المطلوبة تعين النقطة الثالثة ، ثم ينقل الجهاز إلى النقطة الثانية ويعمل كما في الحالة الأولى لثبيت النقطة الرابعة .

٢- تقسيم محيط الأرض إلى عدة أقسام ، وذلك بتقسيم كل ضلع من أضلاع الأ{ض باستخدام الشريط أو غيره ، ثم تثبت هذه النقاط بأوتاد .

٣- التوصيل بين كل نقطتين متقابلتين في كل ضلعين ، وتقسيم الضلع الناتج كتقسيم الضلع الرئيسي الذي يقابله .

بعد هذا كله ، ينتج شبكة من المربعات أو المستطيلات ، عند هذا يؤتي بجهاز التسوية الرقمي أو العادي لرصد نقاط هذه الشبكة ، وأخذ أرصاد القامة عليها ، وتسجل في الجدول الخاص بها ، ثم يجري حساب مناسيبها ، ثم تنقل هذه الشبكة إلى ورقة الرسم بمقياس مناسب ، وباستخدام الطريقة الحسابية يتم رسم خطوط الكنتور .

مثال : –

الشكل أمامك يمثل قطعة أرض مقسمة لشبكة من المستطيلات أبعاد المستطيل ٧ م × ١١ م ، وتم حساب المناسيب فكانت كما في الشكل الآتي وهذا مثال بسيط لعمل الميزانية الشبكية

١٣,٩	١٣,٦٨	١٣,٤٥	
١٤,٠٢	١٣,٧٧	١٣,٢١	١٢,٩٢
١٣,٧١	١٣,٣٣	١٢,٧٢	١٢,٦١
١٣,١٢	١٢,٦١	١٢,٢١	١٢,٣١
			١١,٦١
١٢,٦٨	١٢,٠٤	١١,٠٧٣	١٠,٩١

ملحوظة :

من هذا المثال سوف نعرف كيفية التسلسل في عمل الميزانية الشبكية والخطوات المتبعة لحساب الكميات من الميزانية الشبكية .

مثال : -

الكروكي أمامك لقطعة أرض أبعادها ٢٠ م × ٢٠م تم تقسيمها إلأى شبكة مربعات أبعاد المربع ٥م × ٥ م ثم رصدت قامة رأسية فوق كل نقطة من نقاط الشبكة وسجلت الأرصاد من جدول الميزانية المرفق وكانت البداية فوق روبير والنهاية فوق نفس الروبير

والمطلوب :

١- حساب مناسيب هذه النقاط وعمل التحقيق الحسابي اللازم .

٢- حساب مكعبات الحفر أو الردم وذلك بتسوية الأرض على منسوب ٢٦,٠٠ م بحساب مكعبات الحفر أو الردم لقطعة الأرض جميعها.

٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١
١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
١٥	١٤	١٣	١٢	١١
٦	٧	٨	٩	١٠
٥	٤	٣	٢	١

يتم رسم الشبكة وتسجيل المناسيب وحساب فروق الارتفاعات عن منسوب الروبير وهو منسوب ٢٤ متر المطلوب حساب الميزانية الشبكية على هذا المنسوب ويكون المشروع كله ردم وترقيم المربعات وكل مربع يحسب كل على حدة وعدد هذه المربعات ١٦ مربع وكانت المناسيب في الجدول الآتي وتم حساب ارتفاع الردم وذلك كما يلي :

الخطوة الأولى: -حساب المناسيب كما في الجدول

الخطوة الثانية : -يتم حساب ارتفاع الحفر أو الردم

واضح من فروق الارتفاعات ومناسيب النقاط أن الأرض سوف يتم ردمها لتصل إلى منسوب التسوية التصميمي وهو ٢٦ متر ونأخذ المناسيب من الجدول التي تم الرصد فيه وحسابها كما يلي:

ارتفاع الردم = المنسوب – منسوب التصميم

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة (منسوب سطح الميزان)

رقم الوتد	المسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
BM			٢,٠٠٦					
١				١,٩٥٢				
٢				٢,٠١٠				
٣				٢,٢٨٠				
٤				٢,٤٣٠				
٥				٢,٧١٨				
٦				٢,٦٤٦				
٧				٢,٣٧٣				
٨				٢,١٢٧				
٩				١,٨٦٩				
١٠				١,٧٧٣				
١١				١,٧٥٠				
١٢				١,٩٧٠				
١٣				٢,٠٤٨				
١٤				٢,٣٠٧				
١٥				٢,٥٨٨				
١٦				٢,٨١٦				
١٧				٢,٣٠٤				
١٨				٢,٠٥٤				
١٩				١,٩٤٠				
٢٠				١,٦٥٢				
٢١				١,٥٣١				
٢٢				١,٧٤٠				
٢٣				١,٨٨٩				
٢٤				٢,٠٩٠				
٢٥				٢,٣٠٢				
BM					٢,٠٠٦			

التحقيق الحسابي :

١- مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات =

٢- منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة =

الحل للجدول :-

جدول أرصاد ميزانية لمحور طولي بطريقة (منسوب سطح الميزان)

اسم الراصد : التاريخ :

رقم الوتد	المسافات الأفقية		القراءات على القامة			منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة	ملاحظات
	جزئية	تراكمية	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
BM			٢,٠٠٦			٢٦,٠٠٦	٢٤,٠٠٠	
١				١,٩٥٢			٢٤,٠٥٤	
٢				٢,٠١٠			٢٣,٩٩٦	
٣				٢,٢٨٠			٢٣,٧٢٦	
٤				٢,٤٣٠			٢٣,٥٧٦	
٥				٢,٧١٨			٢٣,٢٨٨	
٦				٢,٦٤٦			٢٣,٣٦٠	
٧				٢,٣٧٣			٢٣,٦٣٣	
٨				٢,١٢٧			٢٣,٨٧٩	
٩				١,٨٦٩			٢٤,١٣٧	
١٠				١,٧٧٣			٢٤,٢٣٣	
١١				١,٧٥٠			٢٤,٢٥٦	
١٢				١,٩٧٠			٢٤,٠٣٦	
١٣				٢,٠٤٨			٢٣,٩٥٨	
١٤				٢,٣٠٧			٢٣,٦٩٩	
١٥				٢,٥٨٨			٢٣,٤١٨	
١٦				٢,٨١٦			٢٣,٥١٩	
١٧				٢,٣٠٤			٢٣,٧٠٢	
١٨				٢,٠٥٤			٢٣,٩٥٢	
١٩				١,٩٤٠			٢٤,٠٦٦	
٢٠				١,٦٥٢			٢٤,٣٥٤	
٢١				١,٥٣١			٢٤,٤٧٥	
٢٢				١,٧٤٠			٢٤,٢٦٦	
٢٣				١,٨٨٩			٢٤,١١٧	
٢٤				٢,٠٩٠			٢٣,٩١٦	
٢٥				٢,٣٠٢			٢٣,٧٠٤	
BM					٢,٠٠٦		٢٤,٠٠٠	

التحقيق الحسابي :

مجموع المؤخرات – مجموع المقدمات = ٢,٠٠٦ – ٢,٠٠٦ = صفر

منسوب آخر نقطة – منسوب أول نقطة = ٢٤,٠٠٠ – ٢٤,٠٠٠ = صفر

الارتفاع للردم عند النقطة الأولى = ٢٤,٠٥٤ – ٢٦ = ١,٩٤٦ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الثانية = ٢٣,٩٩٦ – ٢٦ = ٢,٠٠٤ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الثالثة = ٢٣,٧٢٦ – ٢٦ = ٢,٢٧٤ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الرابعة = ٢٣,٥٧٦ – ٢٦ = ٢,٤٢٤ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الخامسة = ٢٣,٢٨٨ _ ٢٦ = ٢,٧١٢ متر

الارتفاع للردم عند النقطة السادسة = ٢٣,٣٦٠ –٢٦ = ٢,٦٤٠ متر

الارتفاع للردم عند النقطة السابعة = ٢٣,٦٣٣ – ٢٦ = ٢,٣٦٧ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الثامنة = ٢٣,٨٧٩ – ٢٦ = ٢,١٢١ متر

الارتفاع للردم عند النقطة التاسعة = ٢٤,١٣٧ – ٢٦ = ١,٨٦٣ متر

الارتفاع للردم عند النقطة العاشرة = ٢٤,٢٣٣ – ٢٦ = ١,٧٦٧ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الحادي عشر = ٢٤,٢٥٦ – ٢٦ = ١,٧٤٤ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الثانية عشر = ٢٤,٠٣٦ – ٢٦ = ١,٩٦٤ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الثالثة عشر = ٢٣,٩٥٨ – ٢٦ = ٢,٠٤٢ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الرابعة عشر = ٢٣,٦٩٩ – ٢٦ = ٢,٣٠١ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الخامسة عشر = ٢٣,٤١٨ – ٢٦ = ٢,٥٨٢ متر

الارتفاع للردم عند النقطة السادسة عشر = ٢٣,٥١٩ – ٢٦ = ٢,٤٨١ متر

الارتفاع للردم عند النقطة السابعة عشر = ٢٣,٧٠٢ – ٢٦ = ٢,٢٩٨ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الثامنة عشر = ٢٣,٩٥٢ – ٢٦ = ٢,٠٤٨ متر

الارتفاع للردم عند النقطة التاسعة عشر = ٢٤,٠٦٦_ ٢٦ = ١,٩٣٤ متر

الارتفاع للردم عند النقطة العشرين = ٢٤,٣٥٤ – ٢٦ = ١,٦٤٦ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الواحد والعشرين = ٢٤,٤٧٥ – ٢٦ = ١,٥٢٥ متر

الارتفاع للردم عند النقطة اثنان وعشرين = ٢٤,٢٦٦ – ٢٦ = ١,٧٣٤ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الثالثة وعشرين = ٢٤,١١٧ – ٢٦ = ١,٨٨٣ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الرابعة والعشرين = ٢٣,٩١٦ – ٢٦ = ٢,٠٨٤ متر

الارتفاع للردم عند النقطة الخامسة والعشرين = ٢٣,٧٠٤ – ٢٦ = ٢,٢٩٦ متر

الخطوة الثالثة :-يتم حساب كل مستطيل أو مربع كل على حدة وذلك باستخدام القانون الآتي

سواء كان المشروع حفر أو الردم

يمكن البدء بأي مربع حسب اختيارك وحسب تنظيمك لكل شكل كما ترغب كما يلي

الحجم = م × (ل١ + ل٢ + ل٣ + ل٤) / ٤

حيث م مساحة المربع الواحد   ل هو الارتفاع للحفر أو الردم

حجم الردم فوق المربع رقم ١ = ٢٥ × (١,٧٣٤ + ١,٩٣٤ + ١,٦٤٦ + ١,٥٢٥) / ٤ = ٤٢,٧٤٤ م٣

حجم الردم فوق المربع رقم ٢ = (١,٨٨ + ٢,٠٤٨ + ١٠٩٣٤ + ١,٧٣٤) / ٤ = ٤٧,٤٩٤ م٣

حجم الردم فوق المربع رقم ٣ = (٢,٠٨٤ + ٢,٢٩٨ + ٢,٠٤٨ + ١,٨٨٣) / ٤ = ٥١,٩٥٦ م٣

رقم ٤ = ٢٥ × (٢,٢٩٦ + ٢,٤٨١ + ٢,٢٩٨ + ٢,٠٨٤) / ٤ = ٥٧,٢٤٤ م٣

رقم ٥ = ٢٥ × (١,٩٣٤ + ١,٩٦٤ + ١,٧٤٤ + ١,٦٤٦) / ٤ = ٤٥,٥٥٠ م٣

رقم ٦ = ٢٥ × (٢,٠٤٨ + ٢,٠٤٢ + ١,٩٦٤ + ١,٩٣٤) / ٤ = ٤٩,٩٢٥ م٣

رقم ٧ = ٢٥ × (٢,٢٩٨ + ٢,٣٠١ + ٢,٠٤٢ + ٢,٠٨٤) / ٤ = ٥٤,٣٠٦ م٣

رقم ٨ = ٢٥ × (٢,٤٨١ + ٢,٥٨٢ + ٢,٣٠١ + ٢,٢٩٨) / ٤ = ٦٠,٣٨٨ م٣

رقم ٩ = ٢٥ × (١,٩٦٤ + ١,٨٦٣ + ١,٧٦٧ + ١,٧٤٤) / ٤ = ٤٥,٨٦٣ م٣

رقم ١٠ = ٢٥ × (٢,٤٢ + ٢,١٢١ + ١,٨٦٣ + ١,٩٦٤) / ٤ = ٤٩,٩٣٨ م٣

رقم ١١ = ٢٥ × (٢,٣٠١ + ٢,٣٦٨ + ٢,١٢١ + ٢,٠٤٢) / ٤ = ٥٥,١٩٤ م٣

رقم ١٢ = ٢٥ × (٢,٥٨٢ + ٢,٦٤٠ + ٢,٣٦٨ + ٢,٣٠١) / ٤ = ٦١,٨١٣ م٣

رقم ١٣ = ٢٥ × (١,٨٦٣ + ٢,٠٠٤ + ١,٩٤٦ + ١,٧٦٧) / ٤ = ٤٧,٣٧٥ م٣

رقم ١٤ = ٢٥ × (٢,١٢١ + ٢,٢٧٤ + ٢,٠٠٤ + ١,٨٦٣) / ٤ = ٥١,٦٣٨ م٣

رقم ١٥ = ٢٥ × (٢,٣٦٨ + ٢,٤٢٤ + ٢,٢٧٤ + ٢,١٢١) / ٤ = ٥٧,٤١٣ م٣

رقم ١٦ = ٢٥ × (٢,٦٤٠ + ٢,٧١٢ + ٢,٤٢٤ + ٢,٢٦٧) / ٤ = ٦٣,٣٩٤ م٣

إجمالي حجم الردم = مجموع الحجوم الستة عشر .   = ٨٤٢,٢٣١ م٣

انتظروني قريبا و مجموعة فيديوهات عن تعليم جهاز

" المحطة المتكاملة " Total Station

الفهرس

المراجع

※ كتاب مقدمة في علم المساحة للأستاذ الدكتور سعيد المغربي.

※ كتاب مبادئ المساحة للدكتور جمعة داوود.

※ كتاب المساحة الإدارة العامة لتطوير المناهج.

※ المساحة المستوية للأستاذ الدكتور جمال الفقي.

※ المساحة المستوية للدكتور علي شكري.